Anwendungshandbuch
AC Servoregler YukonDrive®

Harmonic Drive AG

QUICKLINK
www.harmonicdrive.de/1100

...just move it!

Inhalt

1. Endstufe 5
1.1 Einstellung der Endstufenparameter 5

2. Motor 6
2.1 Laden der Motordaten 7
2.1.1 Motorauswahl 7
2.2 Datensätze für Fremdmotoren 7
2.2.1 Datensatzermittlung für eine rotative Synchronmaschine 7
2.3 Linearmotor 9
2.4 Asynchronmotor 11
2.4.1 Elektrische Daten 11
2.4.2 Sättigungskennlinie für die Hauptinduktivität 13
2.5 Motorschutz 14

3. Drehgeber 19
3.1 SinCos X7 (Kanal 1) 21
3.1.1 Nullimpulsauswertung über Geberkanal 1 24
3.1.2 Verschiebung des Überlaufs im Multiturnbereich 24
3.1.3 Verwendung eines Multiturn- als Singleturngeber 25
3.1.4 Geberkorrektur (GPOC) 25
3.2 Resolver X6 (Kanal 2) 27
3.3 Optionales Encodermodul X8 (Kanal 3) 28
3.4 Gebergetriebe 28
3.5 Abstandscodierte Referenzmarken 29
3.6 Pin-Belegung für X6 und X7/X8 31
3.7 Achsfehlerkompensation 33

4. Regelung 37
4.1 Grundeinstellung der Regelung 37
4.2 Stromregelung 40
4.2.1 Rastmomentkompensation (anti cogging) 43
4.2.2 Erweiterte Drehmomentregelung 44
4.2.3 Stromregelung mit definierter Bandbreite 47
4.3 Geschwindigkeitsregelung 48
4.4 Lageregelung 59
4.5 Feldschwächung Asynchronmotor 68
4.6 Feldschwächung Synchronmotor 73
4.7 Kommutierung 77
4.8 Inbetriebnahme 79
4.8.1 Autotuning 79
4.8.2 Testsignalgenerator (TG) 80
4.9 Motortest über die U/f-Kennlinie 84

5. Bewegungsprofil 86
5.1 Normierung 87
5.1.1 Standard/DS 402 Profil 87
5.1.2 „USER“ Normierung ohne Normierungsassistenten 98
5.2 Grundeinstellung 100
5.2.1 Steuerort, Steuerquelle 102
5.2.2 Profile 102
5.2.3 Profilgenerator/Interpolated position mode 102
5.2.4 Drehzahlregelung über den Profilgenerator (PG-Mode) 102
5.2.5 Drehzahlregelung über den IP-Modus 103
5.2.6 Lageregelung über den Profilgenerator (PG-Modus) 104
5.2.7 Lageregelung über den IP-Modus 105
5.2.8 „Verschliff“ und „Geschwindigkeitsoffset“ 105

5.3 Stopprampen ... 107
5.4 Referenzfahrten ... 110
5.4.1 Antriebsgeführte Referenzfahrten (Busbetrieb) ... 110
5.5 Tipp-Betrieb.. ... 120
5.6 Tabellensollwerte ... 120
5.7 Messtaster (Touch probe) ... 124

6. Ein-/Ausgänge ... 125
6.1 Digitale Eingänge ... 125
6.1.1 Einstellungen für die digitalen Eingänge ISD00-ISD06 ... 127
6.1.2 Hardwarefreigabe ISDSH STO (Safe Torque Off) ... 128
6.1.3 Hardwarefreigabe und Autostart ... 128
6.1.4 Manuelle Antriebssteuerung über digitale Eingänge ... 129
6.2 Digitale Ausgänge ... 130
6.3 Analoge Eingänge ... 138
6.3.1 Analogkanal ISA0x ... 138
6.3.2 Sollwertvorgabe über die Analogeingänge (IP/PG-Mode) ... 139
6.3.3 Funktionsblock Analoge Eingänge, ... 141
6.3.4 Wichtung der Analogeingänge ... 143

7. Begrenzungen ... 144
7.1 Begrenzung der Regelung ... 144
7.1.1 Drehmomentbegrenzung ... 144
7.1.2 Drehzahlbegrenzung ... 148
7.1.3 Positionsbegrenzung ... 150
7.1.4 Endstufe ... 150
7.1.5 SW-Endschalter ... 151

8. Diagnose ... 152
8.1 Fehlerstatus ... 152
8.1.1 Fehlerreaktionen ... 153
8.1.2 Fehlerdetails ... 153
8.1.3 Warnmeldungen ... 165
9. Feldbussysteme ... 167
9.1 CANopen ... 167
9.2 EtherCAT® ... 167
9.3 PROFIBUS-DP ... 167
9.4 SERCOS ... 168

10. Technologie Option ... 169
10.1 Allgemein: ... 169
10.2 SinCos-Modul ... 169
10.3 TTL-Modul ... 169
10.4 TTL Geber mit Kommutierungssignalen ... 169

11. Prozessregler ... 169
11.1 Funktion, Reglerstruktur, Einstellung ... 169

Anhang ... 175
Antriebsstatus ... 175
Status bits ... 175
Zustandsmaschine ... 176
Handbetriebsfenster ... 177
Überwachungsfunktionen ... 177
Interpolationsverfahren ... 179
Schnell-Inbetriebnahme ... 182
Rotatives Motorsystem ... 182
Lineares Motorsystem ... 183

Die Modularität des YukonDrive® gewährleistet Ihnen eine optimale Einbindung in den Maschinenprozess. Ob über eine High-Speed Feldbus-Kommunikation mit der zentralen Multiachs-Maschinensteuerung oder mit dezentraler programmierbarer Motion Control Intelligenz im Antriebsregler, beides meistert der YukonDrive® mit Bravour.

Technische Änderungen vorbehalten.

Die Inhalte unserer Benutzerhandbücher wurden mit größter Sorgfalt zusammengestellt und entsprechen unserem derzeitigen Informationsstand. Dennoch weisen wir darauf hin, dass die Aktualisierung dieses Dokuments nicht immer zeitgleich mit der technischen Weiterentwicklung unserer Produkte durchgeführt werden kann. Informationen und Spezifikationen können jederzeit geändert werden. Bitte informieren Sie sich über die aktuelle Version unter www.harmonicdrive.de

1. Endstufe

1.1 Einstellung der Endstufenparameter

Der YukonDrive® kann mit unterschiedlichen Spannungen und Taktfrequenzen für die Endstufe betrieben werden. Um den Regler zu betreiben, muss die Endstufe an die örtlichen Spannungsverhältnisse angepasst werden. Es ist darauf zu achten, das Taktfrequenz und Spannung zueinander passen.

Einstellmaske des DM5

Abbildung 5.1 Einstellmaske des DM5

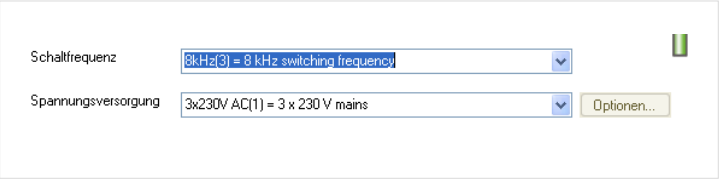


Tabelle 5.2 Parametertabelle

P-Nr.:	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM5	Beschreibung
P 0302	CON_SwitchFreq	Switching frequency	Einstellung der Endstufentaktfrequenz.
	2 kHz - 16 kHz (geräteabhängig)	Switching frequency	Es empfiehlt sich, den Antriebsregler mit der Default-Einstellung zu betreiben. Eine Erhöhung der Schaltfrequenz kann sinnvoll sein, um die Regelungsdynamik zu erhöhen. Unter Umständen kann sich ein temperaturbedingtes Derating einstellen. Schaltfrequente Gesräusche werden mit zunehmender Schaltfrequenz geringer, (hörbarer Bereich < 12 kHz).
P 0307	CON_ VoltageSupply	Voltage supply mode	Anpassung an die Spannungsverhältnisse
	1x 230 V(0)	Votage supply mode	Einstellbarer Spannungsbereich
	3x 230 V(1)		
	3x 400 V(2)		
	3x 460 V(3)		
	3x480 V(4)		
	Schutzkleinspannung(5)		

Netzeinspeisung
Bei der Erstinbetriebnahme muss die Einstellung der Netzspannung überprüft und gegebenenfalls über Parameter **P 0307 CON_VoltageSupply** parametriert werden. Die Kombination aus Spannungswert und Schaltfrequenz entspricht einem hinterlegten Endstufendatensatz.

Achtung!
Eine Veränderung der Parameter muss im Gerät unbedingt gespeichert werden. Die Einstellung wird im Gerät erst nach einem Power off/on übernommen.
Bei einer Änderung der Endstufenparameter können sich auch die Bemessungsströme, Überlastwerte sowie die Bremschopperschwellen verändern.

Schaltfrequenz
Als weiterer Endstufenparameter kann die Schaltfrequenz über **P 0302 CON_Switch-Freq** eingestellt werden. Es empfiehlt sich, den Antriebsregler mit der Default-Einstellung zu betreiben.

Eine Erhöhung der Schaltfrequenz kann sinnvoll sein, um die Regelungsdynamik zu erhöhen. Unter Umständen kann sich ein temperaturbedingtes Derating einstellen. Schaltfrequente Gesräusche werden mit zunehmender Schaltfrequenz geringer. (hörbarer Bereich < 12 kHz). Eine Übersicht der Ströme in Abhängigkeit von der Schaltfrequenz ist im Operating Manual zu finden.

2. Motor
Grundsätzlich lassen sich mit dem Regler permanent erregte Synchronmotoren als auch Asynchronmotoren ansteuern. Bei Motoren von Fremdherstellern muss anhand der Motordaten und der Daten des evtl. vorhandenen Gebers die grundsätzliche Eignung für den Betrieb mit Harmonic Drive-Reglern geprüft werden. Die Werte der Parameter zur Anpassung des Regelgeräts müssen für jeden Motor spezifisch durch eine **Berechnung** oder durch eine **Identifikation** ermittelt werden. Der Unterschied der beiden Methoden besteht darin, dass bei der Berechnung eines Motordatensatzes die Impedanzen aus dem Datenblatt entnommen werden müssen. Die elektrischen Daten werden bei der Identifikation automatisch ermittelt.

Bauarten:

- Rotative Motoren
- Linearmotoren

Um ein System einfach und schnell in Betrieb zu nehmen und eine gute Gesamtperformance zu erreichen, wird empfohlen, Harmonic Drive-Standardmotoren und -Geber zu verwenden.

HINWEIS:
Zur Vereinfachung der Inbetriebnahme sind die Servoregler YukonDrive® im Auslieferungszustand für den verwendeten Servoantrieb parametriert. In den Bereichen Motor sowie Geber müssen keine Einstellungen geändert werden.

HINWEIS:
Jeder Motor kann nur betrieben werden, wenn sein Feldmodell und die Regelungsparameter korrekt eingestellt sind.

HINWEIS:
Im Anhang B Schnell-Inbetriebnahme“ am Ende des Anwendungshandbuches befindet sich eine Kurz-Inbetriebnahmeanleitung für ein rotatives bzw. einen lineares Antriebssystem.

2.1 Laden der Motordaten

Auf der Homepage stehen Ihnen die Datensätze aller Harmonic Drive® Standardmotoren zur Verfügung. Durch die Verwendung des passenden Motordatensatzes ist sichergestellt, dass

- die elektrischen Daten des Motors bekannt sind,
- der Motorschutz des Motors korrekt eingestellt ist,
- die Regelkreise des Antriebs voreingestellt sind,
- der Drehmomentregler optimal eingestellt ist, so dass keine weiteren Anpassungen für einen Testlauf des Motors notwendig werden.

2.1.1 Motorauswahl

- Auswahl des gewünschten Motordatensatzes über Motorselektion (evtl. Homepage Hamonic Drive AG). Es werden alle notwendigen Parameter (z.B. Motorschutz, Regelparameter) eingelesen.
- Mit der Motorauswahl wird der komplette Motordatensatz (Name, Elektrische Daten, Bewegungsart geladen. Vorher eingestellte Parameter werden überschrieben.
- Motordaten müssen im Gerät gespeichert werden.

HINWEIS:
Es ist zu beachten, dass die Geberdaten von Hand eingestellt werden müssen oder als Geberdatensatz geladen werden (siehe Kapitel 3 und 4).

2.2 Datensätze für Fremdmotoren

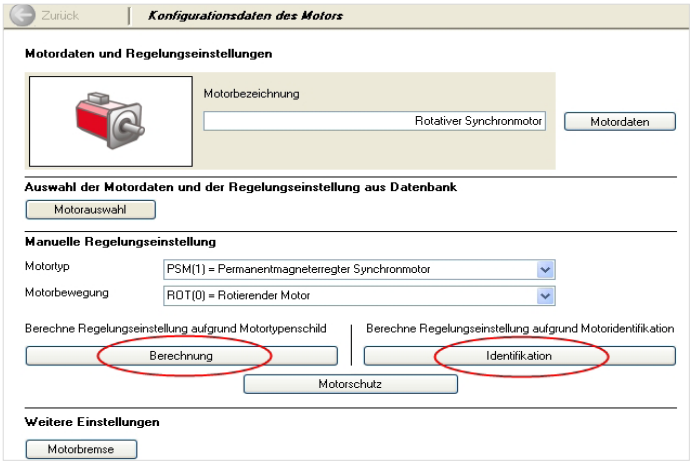
Bei Motoren von Fremdherstellern muss zunächst anhand der Motordaten und der Daten des evtl. vorhandenen Gebers die grundsätzliche Eignung für den Betrieb mit Harmonic Drive-Reglern geprüft werden. Die Werte der Parameter zur Anpassung des Reglers müssen für jeden Motor spezifisch durch eine **Berechnung** oder durch eine **Identifikation** ermittelt werden. Jeder Motor kann nur betrieben werden, wenn sein Feldmodell und die Regelungsparameter korrekt eingestellt sind.

2.2.1 Datensatzermittlung für eine rotative Synchronmaschine

Es gibt zwei Arten den Motordatensatz eines rotativen Synchronmotors zu ermitteln. Die erste Variante ist die Identifikation, die zweite die Berechnung. Die Unterschiede werden im folgenden Abschnitt erklärt.

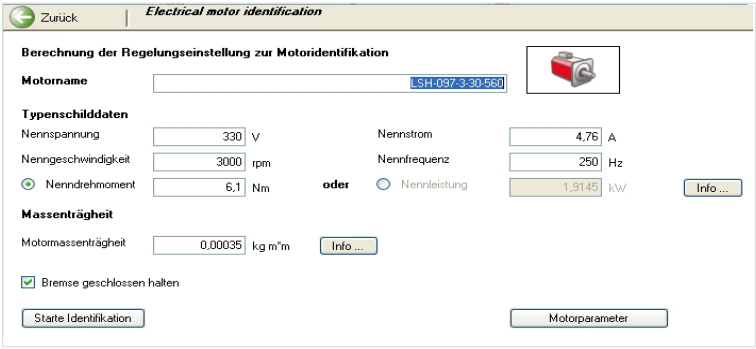
Motordatensatz

Abbildung 7.1 Motordaten rotatives System



Identifikation

Abbildung 8.1 Identifikation der Motordaten



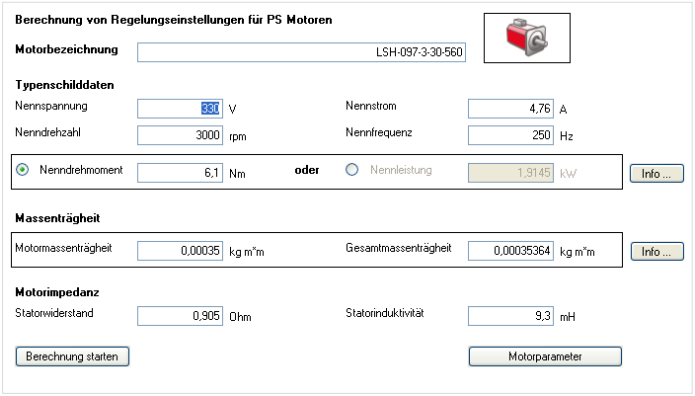
- Motordaten eingeben
- Befehlstaste „Starte Identifikation“ auslösen

Dadurch erfolgt:

- Stromreglertuning: Optimierung des Stromreglers erfolgt automatisch
- Die Motorimpedanzen werden automatisch gemessen.
- Berechnung des Arbeitspunktes
- Berechnung von: Strom-, Drehzahl-, und Lageregelungsparameter
- U/f-Kennlinie (Boost-Spannung, Nennspannung, Nennfrequenz)

HINWEIS:
Um die Identifikation zu starten, müssen die Hardwarefreigaben „ENPO“ und ISDSH geschaltet sein und die Zwischenkreisspannung muss vorhanden sein. Die Identifikation kann einige Minuten dauern.

Abbildung 8.2 Berechnung der Motordaten



- nach Auswahl “Berechnen” (s. Eingabemaske Bild 3) öffnet sich die Eingabemaske für die Motordaten.
- Motordaten eingeben; Hier müssen die für die Berechnung relevanten Motordaten aus dem Datenblatt von Hand eingetragen werden (Bild 5).
- Befehlstaste “Berechnung starten“ aktivieren.

Dadurch erfolgt:

- Stromreglertuning: Optimierung des Stromreglers erfolgt automatisch
- Berechnung des Arbeitspunktes:
- Berechnung von: Strom-, Drehzahl-, und Lageregelungsparameter
- U/f-Kennlinie (Boost-Spannung, Nennspannung, Nennfrequenz)

Achtung!
Alle bisherigen Parameter der Drehzahl- und Lageregelung werden überschrieben.

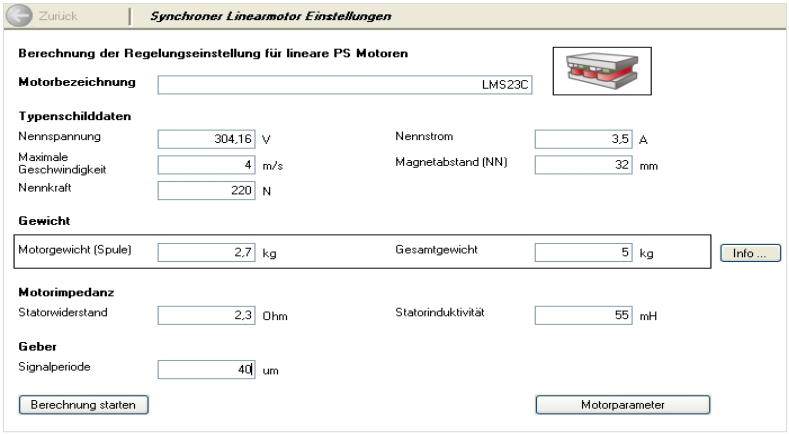
Empfehlung:
Es wird empfohlen die **Motoridentifikation** zur Ermittlung der Motordaten zu verwenden. Dafür müssen die Motorimpedanzen nicht bekannt sein, da sie bei diesem Verfahren gemessen werden. Sollte die Motoridentifikation fehlschlagen oder der Motor physikalisch nicht vorhanden sein, steht mit der Motorberechnung ein weiteres Verfahren zur Ermittlung des Motordatensatzes zur Verfügung

2.3 Linearmotor

Die Motordaten eines PS Linearmotors werden immer durch Berechnung ermittelt. Um die Berechnungen anhand der Kenngrößen für einen Linearmotor durchzuführen muss **P 0490 = LIN(1)** sein. Der Parameter setzt automatisch die Polpaarzahl des Motors auf **P 0463 = 1**. Damit entspricht eine Polteilung von Nord- zu Nordpol einer virtuellen Umdrehung **P 0492**.

PS Linearmotor

Abbildung 9.1 Maske PS Linearmotor



Folgende Werte werden berechnet:

- Umrechnung der linearen Nenngrößen auf virtuelle rotatorische Nenngrößen
- Defaultwerte für die Kommutierungsfindung
- Strichzahl des Encoders pro virtueller Umdrehung
- Berechnung von: Strom-, Drehzahl-, und Lageregelungsparameter
- Der Defaultwert der Drehzahlschleppfehlerüberwachung entspricht 50 % der Nenndrehzahl.
- U/f-Kennlinie (Boost-Spannung, Nennspannung, Nennfrequenz)

Tabelle 10.1 Parameter Linearmotor

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM5	Funktion
P 0490	MOT_IsLinMot -> LIN (1)	Selection if linear or rotatory motor data are valid	Auswahl für rotativen oder linearen Motor
P 0450	MOT_Type -> PSM	Motorart	Motortyp
P 0451	MOT_Name [1)]	Name des Motorparameter-satzes	Motorname
P 0457	MOT_CNom [2)]	Motornennstrom	Bemessungsstrom
P 0492	MOT_MagnetPitch [2)]	Width of one motor pole (NN)	Polabstand (NN)
P 0493	MOT_SpeedMax [2)]	Maximum (nominal) motor speed	Maximale Geschwindigkeit
P 0494	MOT_ForceNom [2)]	Nominal force of motor	Bemessungskraft
P 0496	MOT_MassMotor [2)]	Motorschlittenmasse	Masse des Motorschlittens
P 0497	MOT_MassSum [2)]	Mass of total mass, moved by the motor	Gesamte Masse, die zu bewegen ist
P 0498	MOT_EncoderPeriod [2)]	Strichabstand Lineargeber	Signalperiode Encoder
P 0470	MOT_Lsig [2)]	Ständerwiderstand	Induktivität Primärteil
P 0471	MOT_Rstat [2]	Motor stator resistance	Statorwiderstand

[1)] Parameter haben nur informativen Charakter, sollten aber für einen kompletten Motordatensatz eingestellt werden.

[2)] Parameter werden für die Berechnung von Reglereinstellungen verwendet und haben unmittelbaren Einfluss auf das Verhalten des Servoreglers.

Achtung!
Die Geberparameter des verwendeten Gebers müssen gemäß Kapitel „Geber“ von Hand eingestellt oder aus der Geberdatenbank ausgelesen werden.

2.4 Asynchronmotor

2.4.1 Elektrische Daten

Für die Inbetriebnahme von Fremdmotoren müssen Nenndaten und Kenngrößen des Motors bekannt sein und von Hand in die dafür vorgesehene Maske eingegeben werden. Über die Schaltfläche **Identifikation** wird anhand dieser Werte die Grundeinstellung für die Regelung berechnet. Die Impedanzen (Stator-, Streuimpedanzen) werden dabei messtechnisch ermittelt.
Bei erfolgreicher Identifikation ist die Drehmomentregelung hinreichend eingestellt. Es muss noch eine Anpassung an die Maschinenmechanik und das Bewegungsprofil erfolgen.

- Motordaten eingeben
- Befehlstaste „Starte Identifikation“ auslösen

Abbildung 11.1 Motoridentifikation

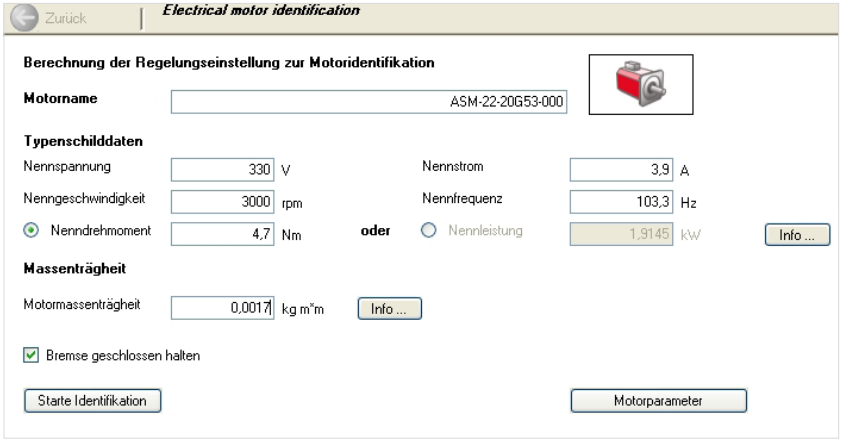


Abbildung 11.2 Elektrische Daten der Asynchronmachine

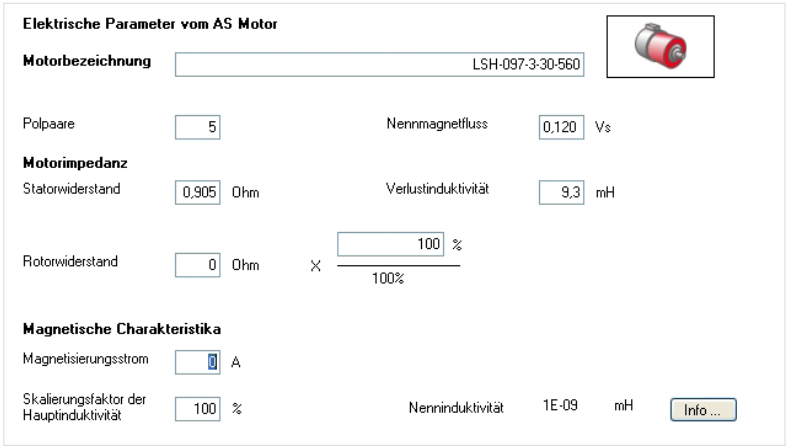


Tabelle 12.1

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM5	Funktion
P 0490	MOT_IsLinMot -> ROT (0)	Motorauswahl	Auswahl für rotativen oder linearen Motor
P 0451	MOT_Type	Motortyp	Motortyp
P 0451	MOT_Name [1)]	Motorname	Motorname
P 0452	MOT_CosPhi [2)]	Cos phi	
P 0455	MOT_FNom [2)]	Motornennfrequenz	
P 0456	MOT_VNom [2)]	Motonennspannung	
P 0457	MOT_CNom [2)]	Motornennstrom	Bemessungsstrom
P 0458	MOT_SNom [2)]	Motornenndrehzahl	
P 0459	MOT_PNomv [2)]	Motornennleistung	
P 0460	MOT_TNom [2)]	Motornenndrehmoment	
P 0461	MOT_J [2)]	Massenträgheit Motor	
P 0470	MOT_Rstat [2)]	Ständerwiderstand	Ständerwiderstand
P 0471	MOT_Lsig [2]	Streuinduktivität	Induktivität Sekundärteil
P 0478	MOT_LmagNom	Nenninduktivität	Istwertanzeige der Nenninduktivität. Dieser Wert wird der Tabelle P 0473 entnommen. und bezieht sich auf den eingestellten Magnetisierungsstrom P 0340.
P 0492	MOT_MagnetPitch [2)]	Polabstand (NN)	
P 0493	MOT_SpeedMax [2)]	Maximale Geschwindigkeit	
P 0494	MOT_ForceNom [2)]	Bemessungskraft	
P 0496	MOT_MassMotor [2)]	Masse des Motorschlittens	
P 0497	MOT_MassSum [2)]	Gesamte Masse, die zu bewegen ist	
P 0498	MOT_EncoderPeriod [2)]	Signalperiode Encoder	

[1)] Parameter haben nur informativen Charakter, sollten aber für einen kompletten Motordatensatz eingestellt werden.

[2)] Parameter werden für die Berechnung von Reglereinstellungen verwendet und haben unmittelbaren Einfluss auf das Verhalten des Servoreglers.

Dadurch erfolgt:
- Stromreglertuning: Optimierung des Stromreglers erfolgt automatisch
- Die Motorimpedanzen werden automatisch gemessen.
- Berechnung des Arbeitspunktes:
- Berechnung von: Strom-, Drehzahl-, und Lageregelungsparameter
- U/f-Kennlinie (Boost-Spannung, Nennspannung, Nennfrequenz)

HINWEIS:
Um die Identifikation zu starten, müssen die Hardwarefreigaben „ENPO" und ISDSH geschaltet sein und die Zwischenkreisspannung muss vorhanden sein. Die Identifikation kann einige Minuten dauern.

Achtung!
Alle bisherigen Motorparameter werden überschrieben.

2.4.2 Sättigungskennlinie für die Hauptinduktivität

Die Hauptinduktivität wird insbesondere bei Motoren größerer Leistung häufig nur ungenau bestimmt. Eine Verbesserung dieses Wertes kann bei hoher Drehzahl mit möglichst unbelasteter Maschine über ein Messverfahren erreicht werden.

Vorgehensweise:

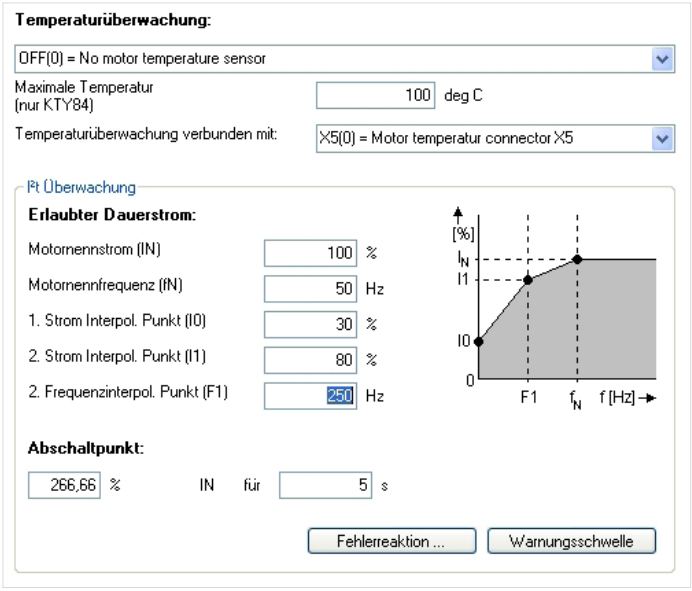
- Motor mit 50 - 90 % der Nenndrehzahl betreiben (z. B. über den „Manual Mode")
- Das Tuning wird gestartet, wenn **P 1531 Tune Lmag chracteristics = 4**
- Ablauf: **Die Hauptinduktivität wird bei unterschiedlicher Magnetisierung bestimmt.**
- Die Ergebnisse werden in die Parameter **P 0473 MOT_LmagTab, P 0474 MOT_LmagIdMax** geschrieben

Der Arbeitspunkt wird neu berechnet.

Einstellung der Temperaturüberwachung

Das Gerät kann unterschiedliche Temperaturfühler auswerten. Mit **P 0732** stellt man den im Motor verbauten Sensor und die Verdrahtungsvariante ein (Fühlerkabel im Resolver mitgeführt oder separat). Bei einer Auswertung über KTY lässt sich zusätzlich noch die Abschaltschwelle der Motortemperatur einstellen.

Abbildung 14.1 Einstellung der Temperaturüberwachung



Parameter zur Einstellung der Temperaturüberwachung (Temperatur monitoring):

- P 0732(0) wählt den passenden Motortemperaturfühler
- P 0732(1) wählt die passende Verdrahtungsvariante
- P 0731(0) Soll der thermische Schutz über ein KTY ausgeführt werden, so wird über diesen Parameter die Auslösetemperatur eingestellt.
- P 0734(0)ist der Istwertparameter für die aktuelle Motortemperatur. Die Anzeige ist nur aktiv, wenn ein KTY verwendet wird. Bei Verwendung eines PTC, PTC1 oder ein TSS, ist die Überwachung aktiv, aber der aktuelle Temperaturwert wird nicht angezeigt. Der Istwert zeigt den Wert 0 an.

Abbildung 15.1 Einstellung der Temperaturüberwachung

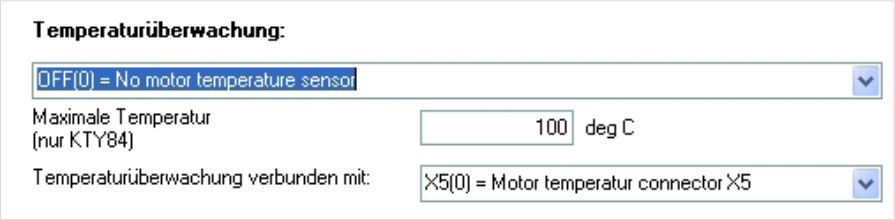


Tabelle 15.2

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM5	Funktion
P 0731	MON_MotorTemMax_	Max. motor temperatur, switch off value	Abschaltschwelle für KTY
0	0-1000	-	Werkseinstellung: 100 °C
P 0732	MON_MotorPTC	Select motor temperature sensor	Auswahl des Sensortyps
(0)	OFF(0)	No sensor	Keine Auswertung
	KTY(1)	KTY84-130 sensor	KTY84-130[1]
	PTC(2)	PTC with short circuit proof	PTC gem. DIN 44081 mit Kurzschlussüberwachung
	TSS(3)	Switch Klixon	Klixon-Schalter
	PTC1(4)	PTC1 without short circuit proof	PTC gem. DIN 44081 ohne Kurzschlussüberwachung
	Not used(5)		
	NTC 220 (6)	Sensor Type NTC	NTC sensor 220 kΩ[2]
	NTC 1000 (7)	Sensor Type NTC	NTC sensor 1 MΩ[2]
	NTC 227 (8)	Sensor Type NTC	NTC sensor 32 kΩ[2]
(1)	contact	Sensor connection	Anschlussvariante
	X5(0)	Motortemperatur connector X5	Anschluss des Sensors an Klemme X5
	X6/X7(1)	Via Resolver connector X6 or sincos connector X7[1]	Anschluss des Sensors wird im Geberkabel mitgeführt
P 0733	MON_MotorI2t	Motor I2t protection parameters	Einstellung der I^2t-Kennlinie
(0)	I_{nom} [%](0)	Rated current FNom	Bemessungsstrom des Motors
(1)	I_0 [%](1)	Rated current (0 Hz)	Erster Stromstützpunkt der Motorschutzkennlinie: Maximal zulässiger Stillstandsstrom
(2)	I_1 [%](2)	Rated current (f1)	Zweiter Stromstützpunkt der Motorschutzkennlinie bez. auf den maximalen Kennlinienstrom

Tabelle 16.1

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM5	Funktion
(3)	f_1 [Hz](3)	Interpolation point-only ASM	Erster Frequenzstützpunkt der Motorschutzkennlinie
(4)	f_N / F(f) [Hz] (4)	Nominal frequenzy	Nennfrequenz
(5)	I_{max} [%](5)	Motor maximum currrent	max. Überlaststrom bez. auf den Bemessungsstrom des Motors
(6)	t_{max} [sec](6)	Motor maximum currrent	Überlastzeit t_{max} bei I_{max}

[1] Die Leitung des Temperatursensors kann sowohl an X6 als auch an X7 angeschlossen werden. Der Motor PTC (auch KTY und Klixon) muss gegenüber der Motorwicklung bei Anschluss an X5 mit einer Basisisolierung, bei Anschluss an X6 oder X7 mit verstärkter Isolierung gemäß EN 61800-5-1 ausgeführt sein.

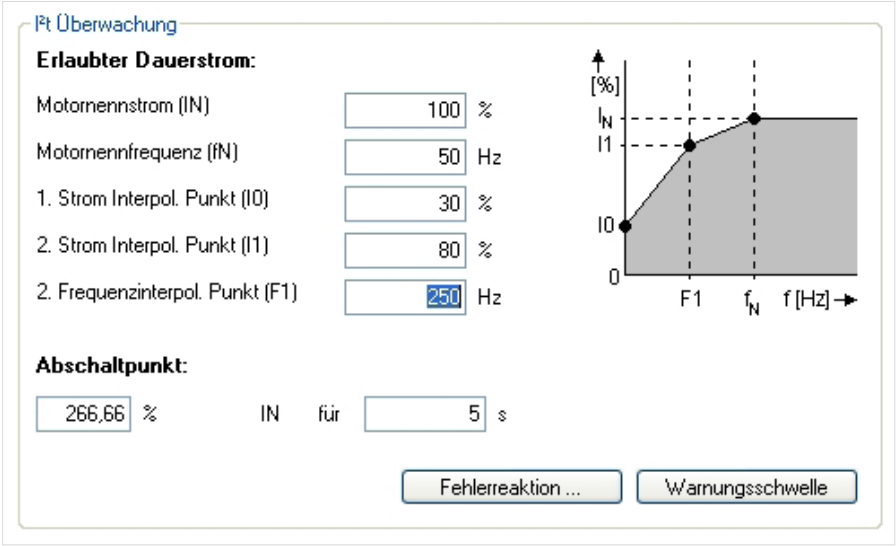
[2] Gilt nicht für den YukonDrive®

Strom-Zeitüberwachung durch die I²xt-Kennlinie

Die I²xt-Überwachung schützt den Motor im gesamten Drehzahlbereich vor Überhitzung. Bei korrekter Einstellung ersetzt die I²xt-Überwachung einen Motorschutzschalter. Über die Stützpunkte lässt sich die Kennlinie den Betriebsbedingungen anpassen.

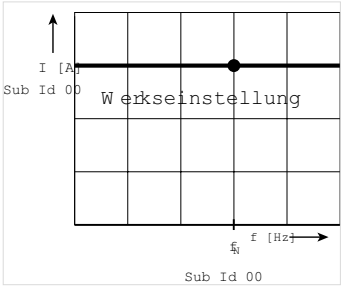
Einstellung der Kennlinie für einen Asynchronmotor (ASM)
Die folgende Abbildung zeigt eine typische Kennlinieneinstellung für eine eigenbelüftete Asynchronmaschine. Für Fremdmotoren gelten die Angaben des Motorenherstellers.

Abbildung 16.2 I²xt-Schutz ASM



Die Anpassung der I²t-Kennlinie ist deshalb notwendig, weil die Werkseistellungen meist den vorliegenden Motor nicht exakt abbilden. Den Unterschied zwischen Werkseinstellungen und der oben parametrierten Kennlinie zeigt die folgende Abbildung.

Abbildung 17.1 links: konstante Kennlinie / Bild rechts: Kennlinie mit Stützstellen



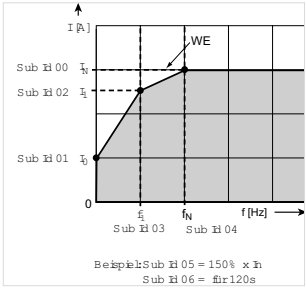


Tabelle 17.2

Frequenz	Motorstrom
f_0 = 0 Hz	I_0 = 30% von I_N
f_1 = 25 Hz	I_1 = 80% von I_N
f_N = 50 Hz	I_N = 100%

Der Abschaltpunkt nach VDE 0530 für IEC-Asynchron-Normmotoren liegt bei

150 % x IN für 120 s.

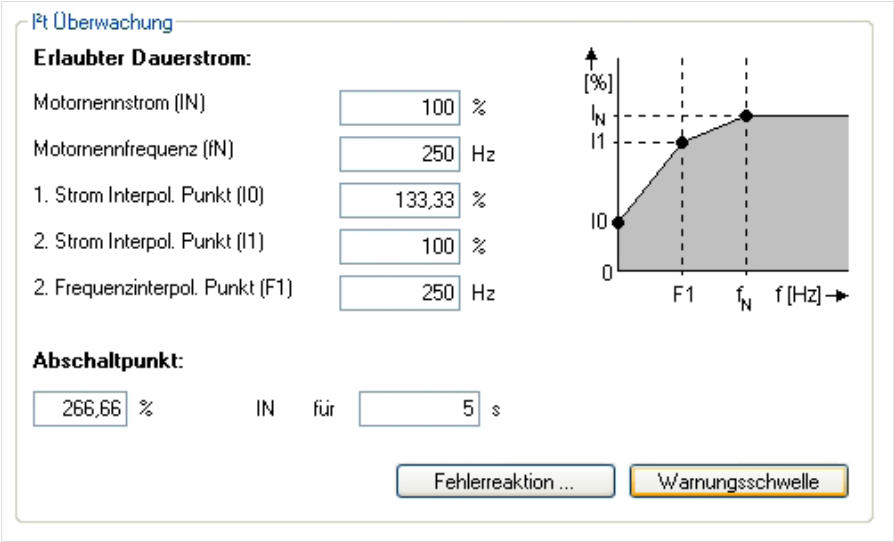
Für Servomotoren empfiehlt sich die Einstellung einer konstanten Kennlinie. Der Abschaltpunkt definiert die zulässige Strom-/Zeit-Fläche bis zur Abschaltung.

HINWEIS:
Für Servomotoren sollten immer die Angaben des Motorherstellers beachtet werden.

HINWEIS:
Die Begrenzungen werden im Servoregler als Prozentwerte auf die Bemessungsgrößen (z. B Strom, Drehmoment, Drehzahl,...) bezogen, so dass nach der Berechnung sinnvolle Default-Einstellungen vorliegen. Die Default-Einstellungen beziehen sich auf 100 % der Bemessungsgrößen und die Parameter müssen somit an die Applikation und den Motor angepasst werden.

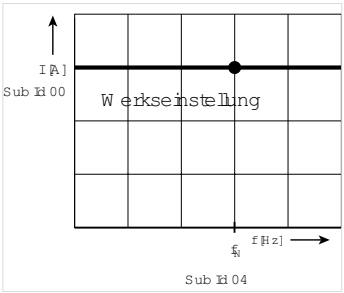
Einstellung der Kennlinie für einen Synchronmotor (PSM)
Ein Synchronmotor hat konstruktionsbedingt geringere Verluste als die ASM (da Dauermagnete den Magnetisierungsstrom ersetzen). Er ist für gewöhnlich nicht eigenbelüftet, sondern führt seine Verlustwärme über die Eigenkonvention ab. Aus diesem Grund hat er eine andere Kennlinie als ein Asynchronmotor.
Das folgende Bild zeigt eine typische Einstellung für die permanent erregte Synchronmaschine.

Abbildung 18.1 I²xt-Schutz PSM



Die Anpassung der I²xt-Kennline ist deshalb notwendig, weil die Werkseinstellungen meist den vorliegenden Motor nicht exakt abbilden. Den Unterschied zwischen Werkseinstellungen und der oben parametrierten Kennlinie zeigt die folgende Abbildung.

Abbildung 18.2 Kennlinie des PSM



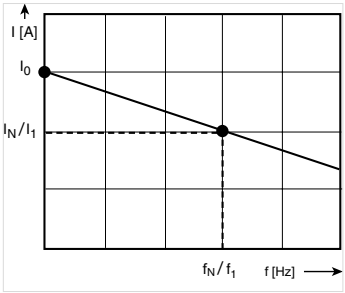


Tabelle 19.1

Frequenz	Motorstrom
f_0 = 0 Hz	I_0 = 133,33 % von I_N
f_1 = 250 Hz	I_1 = 100 % von I_N
f_N = 250 Hz	I_N = 100 %

Überschreitet der Integrator seinen Grenzwert, wird der Fehler **E-09-01** ausgelöst. Der aktuelle Wert des Integrators wird im Parameter **P 0701 (0)** angezeigt.

3. Drehgeber

Zur Messung von Position und Drehzahl stehen verschiedene Gebervarianten zur Verfügung. Die Geberschnittstellen können flexibel für eine Anwendung ausgewählt werden.

Auswahl der Geberkanäle (CH1, CH2, CH3)

Es können bis zu drei Geberkanäle gleichzeitig ausgewertet werden. Die Auswertung erfolgt über die Stecker X6 und X7. Sie gehören zur Standardbestückung des Reglers ("on board"). Ein dritter Kanal X8 kann als optionaler Encodereingang bestellt werden.
Über die Maske (Bild 3.2) werden die Geber für Drehmoment, Drehzahl und Lage eingestellt.

Bestimmung des Encoderoffsets

Mit „Encoderoffset/Detect" wird über einen Assistenten der aktuelle Encoderoffset bestimmt. Für die Bestimmung wird der Motor im Modus „Stromregelung" betrieben. Für eine korrekte Bestimmung ist es notwendig, dass sich der Motor frei ausrichten kann.

Achtung!
Die Motorwelle muss sich bewegen können.

Eine eventuell angeschlossene Bremse wird automatisch gelüftet, sofern sie am Bremsenausgang angeschlossen worden ist. Der Vorgang dauert ca. 10 s. Danach wird der aktuelle Wert des Offsets in dem Anzeigefeld eingetragen und die ursprüngliche Parametereinstellung wieder hergestellt.

HINWEIS:
Für Servoantriebe der Harmonic Drive AG ist eine Bestimmung des Encoderoffsets nur für Antriebe vom Typ LynxDrive®-xxC mit Geberkennung -MKE notwendig!

HINWEIS:
Für Servoantriebe der Baureihe FHA-C-Mini wird die Verwendung der Technologieoption "TTL Geber mit Kommutierungssignalen" empfohlen! Als Gebereingang ist dann X8 zu verwenden.

Schnittstellen zwischen Geber und Regelung

Abbildung 20.1 Schnittstellen-Konfiguration zwischen Geberkanälen und der Regelung

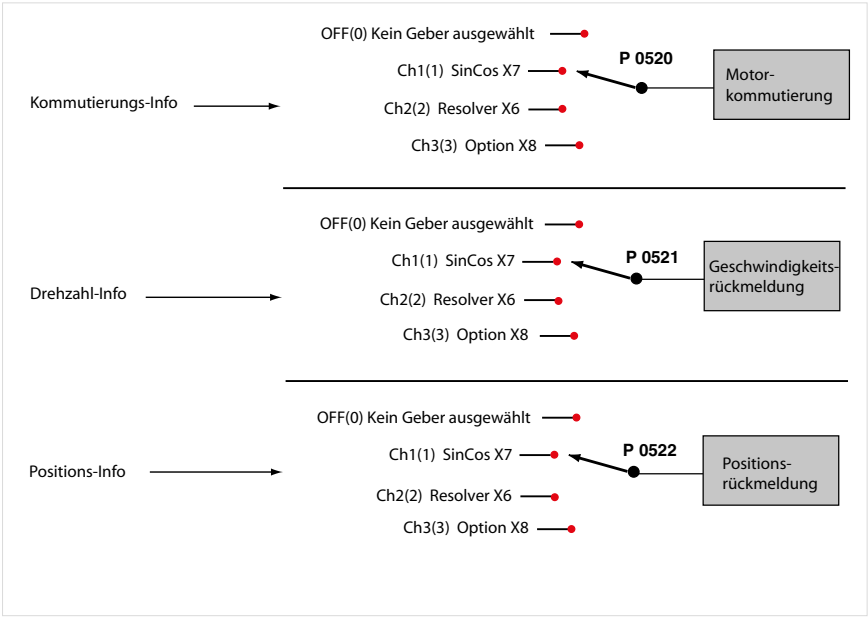
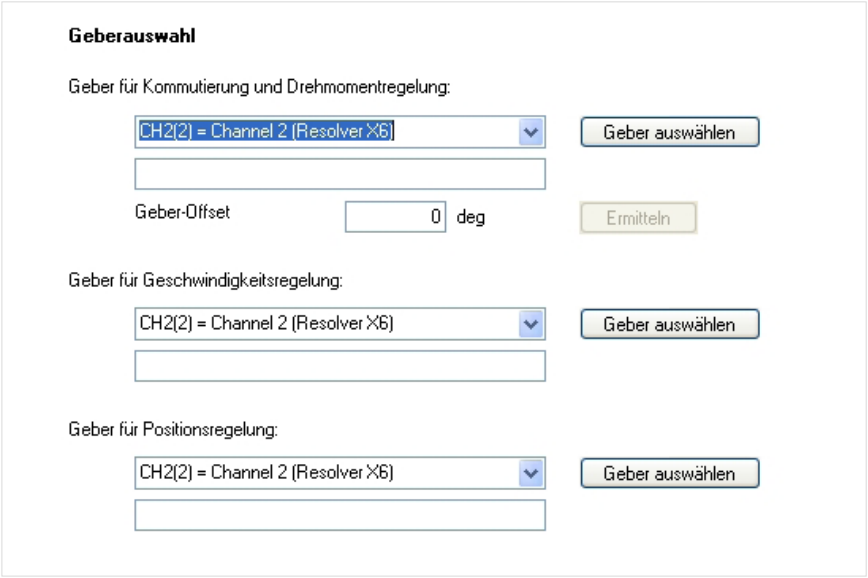


Abbildung 20.2 Maske für die Einstellung des Geberkanals



Zuordnung der Geberinformation an die Regelung

Tabelle 21.1 Zuordnung der Geberinformation an die Regelung

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Beschreibung im DM5	Funktion
P 0520	ENC_MCon	Encoder: Channel Select for Motor Commutation	Auswahl des Geberkanals für den Kommutierungswinkel (Feedback-Signal für die Feldorientierte Regelung)
P 0521	ENC_SCon	Encoder: Channel Select for Speed Control	Auswahl des Geberkanals für die Drehzahlkonfiguration (Feedback-Signal für den Geschwindigkeitsregler)
P 0522	ENC_PCon	Encoder: Channel Select for Position Control	Auswahl des Geberkanals für die Lageinformation (Feedback-Signal für den Lageregler)
		Parametereinstellung gilt für P 0520, P 0521, P 0522	
(0)	Off	Kein Geber angewählt	
(1)	Kanal 1	Für SinCos Geber an X7	
(2)	Kanal 2	Für Resolver an X6	
(3)	Kanal 3	Für SinCos-, SSI-, TTL-Geber	

HINWEIS:
Wird ein Geberkanal ausgewählt und ein Geber physikalisch mit dem Regler verbunden, so wird automatisch die Drahtbrucherkennung aktiv.

3.1 SinCos X7 (Kanal 1)
Der Geberkanal Kanal 1 wird für die Auswertung von hochauflösenden Gebern eingesetzt. Folgende Geber werden unterstützt:

Inkrementelle Geber:
- SinCos
- TTL

Absolute Geber mit digitaler Schnittstelle:
- Hiperface
- SSI
- EnDat (nur mit SinCos-Signalen)
- EnDat 2.2 (volldigital)
- Rein digitale SSI-Geber (ohne SinCos Signale)

HINWEIS:
Bei Verwendung von inkrementellen TTL-Geber am Kanal 1 wird zwischen den TTL-Strichen nicht zeitlich interpoliert. Das kombinierte Verfahren (Pulszählung, Zeitmessung) steht für TTL-Geber nur an Kanal 3 zur Verfügung. Die Signalauflösung beträgt über eine Spursignalperiode bei Multiturn 12 Bit bei Singelturn 13 Bit.

Abbildung 22.1 Maske für die Einstellung des Kanals 1

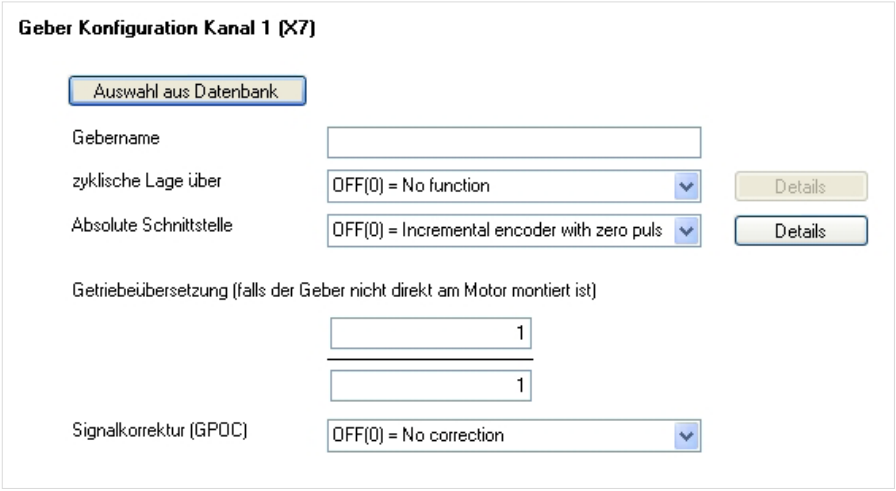


Abbildung 22.2 Darstellung der Geberkonfiguration am Bsp. Kanal 1

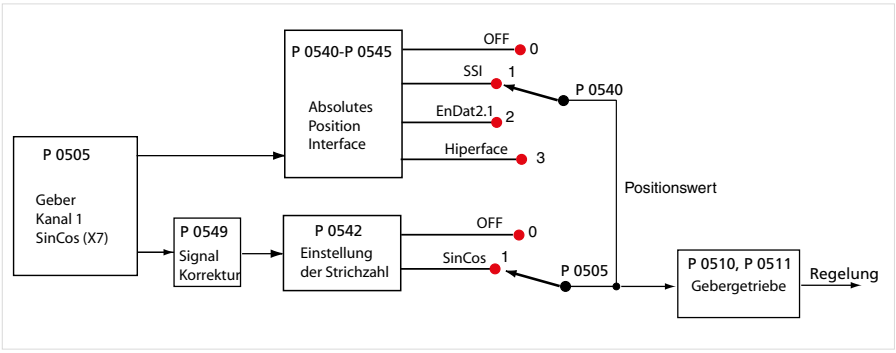


Tabelle 23.1 Überblick über die Parameter des Kanal 1

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM5	Funktion
P 0505	ENC_CH1_Sel	Encoder Channel 1: Select	Konfiguration der inkrementellen Schnittstelle
(0)	OFF	„	Keine Auswertung
(1)	SinCos	„	Hochauflösende SinCos-Geber mit Feininterpolation
(2)	SSI	„	Rein digitaler Geber über serielle Kommunikation
(3)	TTL	„	
P 0542	ENC_CH1_Lines	Encoder Channel 1: Number of Lines SinCos-Encoder	Einstellung der inkrementellen Strichzahl. Bei Gebern mit den Protokollen EnDat2.1 und Hiperface wird die Strichzahl aus dem Drehgeber ausgelesen und automatisch parametriert.
	1 - 65535		
P 0540	ENC_CH1_Abs	Encoder Channel 1: Absolute Position Interface	Bestimmung der Protokollart: Beim Gerätestart und nach Umparametrieren des Gebers wird bei einem inkrementellen Messsystem die Absolutlage über eine digitale Schnittstelle ausgelesen.
(0)	OFF	„	Rein inkrementeller Geber ohne Absolutwertinfo
(1)	SSI	„	Serielle Kommunikation nach Heidenhain SSI-Protokoll
(2)	EnDat2.1	„	Nach Heidenhain EnDat 2.1-Protokoll
(3)	Hiperface	„	Nach Stegmann-Hiperface-Protokoll
P 0541	ENC_CH1_Np	Encoder Channel 1: Index Pulse Test-Mode	Nullimpulsauswertung
P 0542	ENC_CH1_Lines	Encoder Channel : Number of Lines SinCos-Encoder	Einstellung der inkrementellen Strichzahl. Bei Gebern mit den Protokollen EnDat2.1 und Hiperface wird die Strichzahl aus dem Drehgeber ausgelesen und automatisch parametriert.
P 0543	ENC_CH1_MultiT	Encoder Channel 1: Number of MultiTurn Bits	Multiturn: Einstellung der Bitbreite
P 0544	ENC_CH1_SingleT	Encoder Channel 1: Number of SingleTurn Bits	Singleturn: Einstellung der Bitbreite
P 0545	ENC_CH1_Code	Encoder Channel 1: Code Select	Auswahl der Codierung: Gray/binär

3.1.1 Nullimpulsauswertung über Geberkanal 1

Die Nullimpulsauswertung über den Geberkanal CH1 wird nur bei SinCos-Gebern ohne Absolutwertschnittstelle „aktiv".

Einstellung:
P 0505 ENC_CH1_Sel (Einstellung „SinCos-Geber")
P 0540 ENC_CH1_Abs (Einstellung „OFF": Incremental encoder with zero pulse):

- Sin/Cos-Geber geben immer nur dann einen Nullimpuls aus, wenn keine Absolutwertschnittstelle vorhanden ist.
- TTL-Geber haben immer einen Nullimpuls
- Resolver geben keinen Nullimpuls aus.

Die Nullimpulsauswertung funktioniert nur durch die Auswahl der dafür vorgesehenen Referenzfahrttypen (siehe Kapitel Motion profil „Homing").

Test-Modus für eine Nullimpulserkennung

Der Testmodus wird durch den Parameter **P 0541 ENC_CH1_Np =1** aktiviert.
Die Geberinitialisierung wird manuell durch **P 0149 MPRO_DRVCOM_Init =1** angestoßen.
Auch während des Testmodus können Referenzfahrten durchgeführt werden.
Nach abgeschlossener Referenzfahrt oder einem aufgetretenen Fehler wird die Erkennung abgebrochen, obwohl der Parameter **P 0541 = 1** ist. Soll der Testmodus erneut aktiviert werden, muss der Parameter **P 0541** wieder von 0 auf 1 gesetzt und neu initialisiert werden.
Um sich den Nullimpuls mit der Scope-Funktion anzeigen lassen zu können, kann die Größe **CH1-np-2** (Index Puls hat die Länge von 1 ms) im Digital Scope aufgezeichnet werden.

Achtung!
Die Pulsbreite des Scope-Signals entspricht nicht der Pulsbreite des realen Nullimpulses. Die Darstellung im Scope erscheint breiter (1 ms bei Verwendung von der Größe CH1-np-2), was ein besseres Erkennen des Nullimpulses ermöglicht. Entscheidend ist hier die steigende Flanke des Scope-Signals.

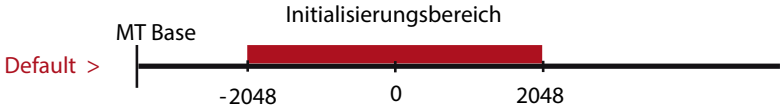
3.1.2 Verschiebung des Überlaufs im Multiturnbereich

Mit dieser Funktion kann der Multiturnbereich in der Absolutwert-Initialisierung so verschoben werden, dass es innerhalb des Verfahrwegs nicht zu einem unerwünschten Überlauf kommen kann. Die Funktion steht für Geberkanal 1 und 3 zur Verfügung.

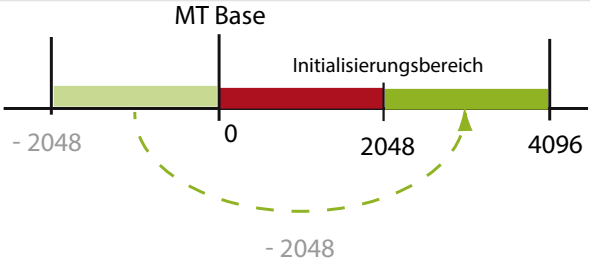
Tabelle 24.1 Parameter:

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Beschreibung im DM5	Funktion
P 0547	ENC_CH1_MTBase	ENC CH1	Eingabe der Multiturnposition „MTBase" in Umdrehungen incl. Getriebe für Kanal_1
P 0584	ENC_CH3_MTBase	ENC CH3	Eingabe der Multiturnposition „MTBase" in Umdrehungen incl. Getriebe für Kanal_3

Abbildung 25.1 Verschiebung des Überlaufs in den Multiturnbereich



Beispiel: Liegt ein Teil der Verfahrstrecke in einem Teil links der Schwelle (MT Base), so wird dieser über den Parameter P 0547 ENC_CH1 für den Geberkanal 1, bzw. P 0584 ENC_CH3 für den Geberkanal 3 an das Ende des Verfahrbereichs (rechts der 2048 angehängt; Einheit: Geberumdrehungen incl. Getriebe).



3.1.3 Verwendung eines Multiturn- als Singleturngeber

Über die Parameter P 0548 ENC_CH1_MTEnable = 1 und P 0585 ENC_CH3_MTEnable = 1 lässt sich ein Multiturngeber als Singleturngeber betreiben.

3.1.4 Geberkorrektur (GPOC)

Für **jeden Kanal** kann das Korrekturverfahren GPOC (**G**ain-**P**hase-**O**ffset-**C**orrection) für die analogen Spursignale aktiviert werden. Dadurch werden die mittleren systematischen Verstärkungs-, Phasen- und Offsetfehler erkannt und korrigiert. Das GPOC-Verfahren bewertet die Amplitude des durch die Spursignale beschriebenen komplexen Zeigers mit speziellen Korrelationsmethoden. Die dominanten Fehler lassen sich somit sehr genau und unbeeinflusst durch weitere Geberfehler bestimmen und anschließend korrigieren.
Es gibt zwei Varianten GPOC zu nutzen. Man kann mit gespeicherten Werten (CORR) oder mit online nachgeführten Werten (ADAPT) die Spursignalkorrektur nutzen.
Bei mehreren Drehgebern wird empfohlen, das Verfahren für den Geber zu verwenden, der zur Ermittlung des Geschwindigkeitssignals verwendet wird.

Tabelle 26.1 Parameter

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM5	Funktion
P 0549 P 0561	ENC_CH1/2_Corr	Encoder Channel 1/2: Signal Correction	Auswahl des Korrekturverfahrens
0	OFF	No reaction	Kein Verfahren
1	CORR	Correction with saved values	Korrektur mit gespeicherten Werten einschalten
2	ADAPT	Auto correction	Autokorrektur
3	RESET	Reset correction values	Rücksetzen der Werte
P 0550, P 0562	ENC_CH1/ 2_CorrVal	Encoder Channel 1/2: Signal Correction Values	Signalkorrektur
0	Offset A	Offset, track A	Ermittelter Offset von Spursignal A
1	Offset B	Offset, track B	Ermittelter Offset von Spursignal B
2	Gain A	Gain track A	Ermittelter Verstärkungskorrekturfaktor für Spursignal A
3	Gain B	Gain track B	Ermittelter Verstärkungskorrekturfaktor für Spursignal B
4	Phase	Phase	Ermittelte Phasenkorrektur zwischen den Spursignalen A und B

Durchführung der Geberkorrektur:

- Handbetriebsfenster öffnen und den drehzahlgeregelten Betrieb einstellen
- Dehzahl vorgeben, bei der die Optimierung erfolgen soll Resolver:
  ca. 1000 bis 3000 U/min
  SinCos-Geber: ca. 1 bis 5 U/min.
- Scope einstellen: Drehzahlistwert aufzeichnen
- Bei laufendem Betrieb auf „ADAPT“ schalten und ca. 1-3 min. warten, damit sich die Kompensationsalgorithmen einschwingen können. Die Drehzahlwelligkeit sollte sich nach ca. 1 min verkleinern (Beobachtung mit Scope).
- Einstellung übernehmen und netzausfallsicher speichern
- 1. Verfahren: Mit „CORR“ auf die gespeicherten Werte zugreifen oder
- 2. Verfahren: Mit „ADAPT“ aktuelle Korrekturwerte verwenden
- Mit der Einstellung „Reset“ stellen sich die Werte wieder auf Werkseinstellung zurück.

HINWEIS:
Die mit „ADAPT“ erstellte Einstellung gilt nur für den Motor mit dem die Funktion durchgeführt worden ist. Sollte der Motor gegen einen andern gleichen Typs ausgetauscht werden, muss dieses Verfahren erneut angewendet werden.

3.2 Resolver X6 (Kanal 2)

Der Kanal 2 wertet den Resolver aus.

Funktionen von Geberkanal 2: Es erfolgt eine Feininterpolation mit 12 bit über eine Spursignalperiode. Die Einstellung der Polpaare erfolgt über **P 0560 ENC_CH2_Lines.**

Einsatz eines SinCos-Gebers / Hall-Sensors über Geberkanal 2

Über den Resolvereingang X6 kann ein niederspuriger (bis 128 Striche) SinCos-Encoder oder Hall-Sensor ausgewertet werden. Dabei ist zu beachten:

- Die Belegung der Schnittstelle in diesem Fall ist anders als beim Resolver (Kapitel 3.6 Pin-Belegung).
- Über Parameter P 0506 ENC_CH2_Sel = 2 „SINCOS" muss die Resolvererregung abgeschaltet werden.
- Es werden analoge Hall-Sensoren mit um 90° versetzten sinusförmigen Signalen unterstützt (dies entspricht einem niederspurigen SinCos-Encoder).

Abbildung 27.1 Maske für die Einstellung des Kanals 2

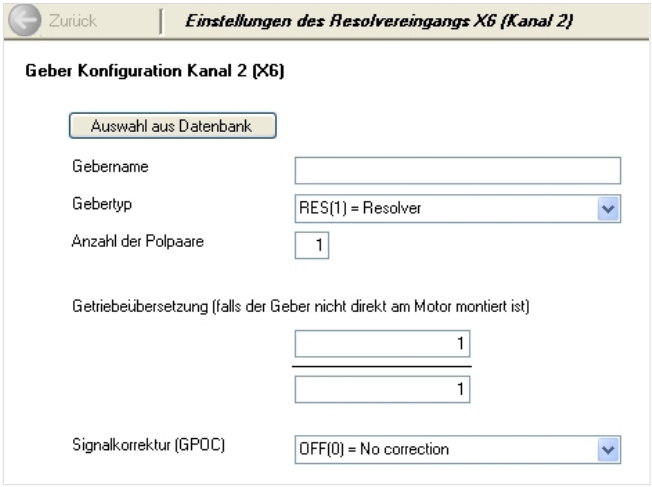


Tabelle 28.1

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Beschreibung im DMS	Funktion
P 0564	ENC_CH2_Info	Encoder information ch2	Encoder-Name
P 0506	ENC_CH2_Sel	Encoder Channel 2: Select	Konfiguration der Schnittstelle
	OFF (0)		keine Auswertung
	RES (1)		Resolverauswertung
	SinCos(2)		Abschaltung der Resolver-Erregung; Auswertung eines SinCos-Gebers oder eines Hall-Sensors möglich.
P 0512	ENC_CH2_Num	ENC CH2: Gear Numerator	Zähler des Übersetzungsverhältnisses
P 0513	ENC_CH2_Denom	ENC_CH2: Gear Denominator	Nenner des Übersetzungsverhältnisses
P 0560	ENC_CH2_Lines	Encoder Channel 2: Number of Pole Pairs	Parametrierung der Polpaarzahl des Resolvers
P 0561	ECC_CH2_Corr	ENC_CH2: Signal correction type	Aktivierung der Geberkorrekturfunktion GPOC
P 0565	ENC_CH2_LineDelay	Line delay compensation	Korrektur der Phasenverschiebung bei Leisungslängen > 50 m (Nur nach Rücksprache mit Harmonic Drive AG)

Korrektur einer Phasenverschiebung der Resolversignale
Bei langen Resolverleitungen tritt, bedingt durch die Leitungsinduktivität, eine Phasenverschiebung zwischen Erregersignal und den Spuren A/B auf. Dieser Effekt reduziert die Amplitude der Resolversignale nach der Demodulierung und invertiert bei sehr großen Leitungslängen deren Phase.
Die Phasenverschiebung kann mit dem Parameter **P 0565 ENC_CH2_LineDelay** ausgeglichen werden.

Achtung!
Freigegeben sind Leitungen bis max. 50 m. Größere Längen sind nur nach expliziter Freigabe seitens Harmonic Drive AG erlaubt.

3.3 Optionales Encodermodul X8 (Kanal 3)

Mit dem optionalen Kanal 3 gibt es die Möglichkeit Gebertypen wie EnDat2.1/SinCos-, TTL- und SSI- auszuwerten. In den Ausführungsbeschreibungen EnDat2.1/SinCos-, TTL- und SSI- Modul ist der Geberkanal 3 detailliert beschrieben.

HINWEIS:
Bei der Verwendung der optionalen Geberschnittstelle (Kanal 3) sollte der Geber für Drehzahlrückführung an Kanal 1 und der Lagegeber an Kanal 3 angeschlossen werden.

3.4 Gebergetriebe

Für Kanal 1 und 3 kann jeweils eine Getriebeübersetzung für den Geber eingestellt werden:
- Anpassung eines lastseitig montierten Gebers auf die Motorwelle
- Invertierung der Geberinformation

Beim Geberkanal 2 wird davon ausgegangen, dass der Resolver immer auf der Motorwelle montiert ist. Daher ist der Einstellbereich auf 1 oder -1 beschränkt, d.h. das Gebersignal kann nur invertiert werden.

Tabelle 29.1 Parameter der Gebertriebe:

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM5	Funktion
P 0510	ENC_CH1_Num	Encoder Channel 1: Gear Nominator	Nenner im Kanal 1
P 0511	ENC_CH1_Denom	Encoder Channel 1: Gear Denominator	Zähler Im Kanal 1
P 0512	ENC_CH2_Num	Encoder Channel 2: Gear Nominator	Nenner im Kanal 2
P 0513	ENC_CH2_Denom	Encoder Channel 2: Gear Denominator	Zähler Im Kanal 2

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM5	Funktion
P 0514	ENC_CH3_Num	Encoder Channel 3: Gear Nominator	Nenner im Kanal 3
P 0515	ENC_CH3_Denom	Encoder Channel 3: Gear Denominator	Zähler Im Kanal 3

3.5 Abstandscodierte Referenzmarken

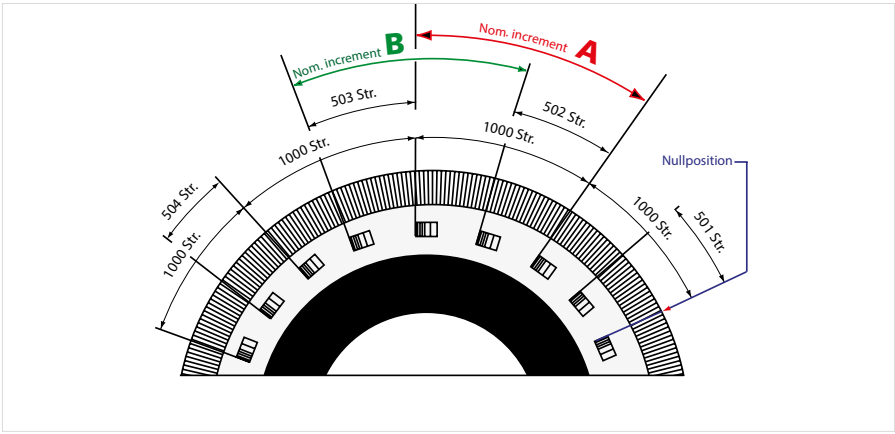
Bei inkrementellen Gebern mit abstandscodierten Referenzmarken sind mehrere Referenzmarken gleichmäßig über den gesamten Verfahrweg verteilt. Die absolute Lageinformation, relativ zu einem bestimmten Nullpunkt des Messsystems, wird durch das Zählen der einzelnen Inkremente (Messschritte) zwischen zwei Referenzmarken ermittelt.

Die mit der Referenzmarke festgelegte absolute Position des Maßstabs ist genau einem Messschritt zugeordnet. Bevor also ein absoluter Bezug hergestellt oder der zuletzt gewählte Bezugspunkt wiedergefunden wird, müssen zwei Referenzmarken überfahren werden.

Um auf möglichst kurzem Weg Referenzpositionen zu bestimmen, werden Geber mit abstandscodierten Referenzmarken unterstützt (z. B. HEIDENHAIN ROD 280C).

Die Referenzmarkenspur enthält mehrere Referenzmarken mit definiert unterschiedlichen Abständen. Die Folgeelektronik ermittelt beim Überfahren von zwei benachbarten Referenzmarken - also nach wenigen Grad Drehbewegung - den absoluten Bezug.

Abbildung 29.2 Kreisteilung mit abstandscodierten Referenzmarken, rotatives System



Rotatives Messsystem:

Grundabstand **Referenzmaß A**: (kleiner Abstand z.B. 1000)
entspricht dem Parameter **P 0610 ENC_CH1_Nominalincrement A**

Grundabstand **Refernzmaß B**: (großer Abstand Z.B. 1001)
entspricht dem Parameter **P 0611 ENC_CH1_Nominal Increment B**

Die Strichzahl wird im Parameter **P 0542 ENC_CH1_Lines** eingetragen.Es wird eine Sector-Abstandsdifferenz von +1 und +2 unterstützt.Eine mechanische Umdrehung ist genau ein ganzzahliges Vielfaches des Grundabstandes A.

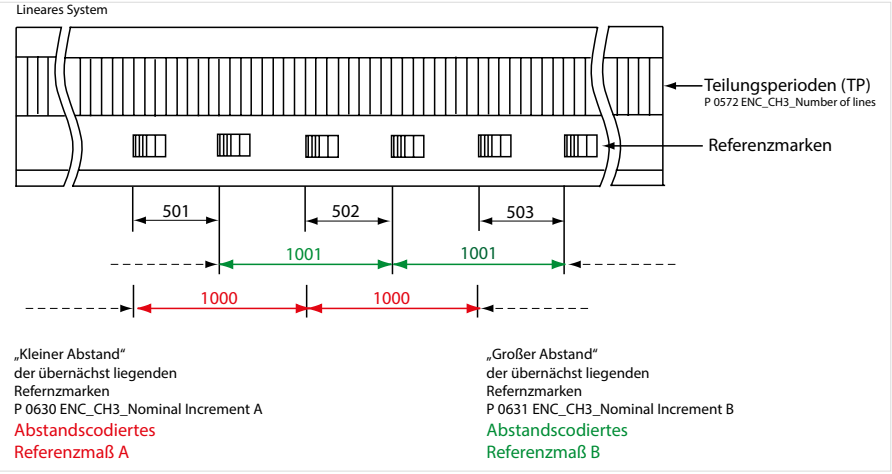
Beispiel für rotatives Messsystem

Tabelle 30.1

Strichzahl P 0542	**Anzahl der Referenzmarken**	**Grundabstand G Nominal Increment A P 0610**	**Grundabstand G Nominal Increment B P 0611**
18 x 1000 Striche	18 Grundmarken + 18 codierte Masken = ∑36	Referenzmass A = 1000 Striche, das entspricht 20°	Referenzmass B 1001 Striche

Lineares Messsystem:

Abbildung 30.2 Schematische Darstellung eines Linearmaßstabs mit abstandscodierten Referenzmarken



3.6 Pin-Belegung für X6 und X7/X8

Tabelle 31.1 Pin-Belegung Steckverbindung X6 für Resolver

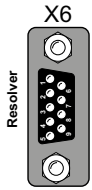
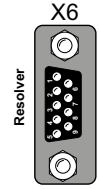
	X6 / PIN	Resolver	Beschreibung
	1	Sin +	(S2) analoger differentieller Eingang Spur A
	2	Refsin	(S4) analoger differentieller Eingang Spur A
	3	Cos +	(S1) analoger differentieller Eingang Spur B
	4	US +5 V +12 V	max 150 mA: Im Falle eines Hiperface-Gebers an X7, also wenn „Us-Switch" über X7.7 und X7.12 gebrückt ist, liegt an X6.4 +12 V / 100mA an
	5	ϑ +	(PTC, KTY, Klixon)
	6	Ref +	(R1) analoge Erregung bei (16 KHz, 8-11 V AC)
	7	Ref -	(R2) analoge Erregung
	8	Refcos	(S3) analoger differentieller Eingang Spur B
	9	ϑ –	(PTC, KTY, Klixon)

Tabelle 31.3 Pin-Belegung Steckverbindung X6 für SinCos-Encoder/Hall-Sensor

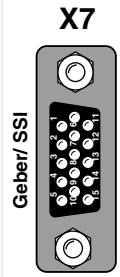
	X6 / PIN	Resolver	Beschreibung
	1	Sin-	B- (***)
	2	Sin+	B+ (***)
	3	Cos +	A+
	4	US +5 V +12 V	+ 5 V/max 150 mA (*) + 12 V/max 100mA (**)
	5	ϑ +	(PTC, KTY, Klixon)
	6		reserviert: ACHTUNG: Nicht verbinden!
	7	GND	
	8	Cos-	A-
	9	ϑ –	(PTC, KTY, Klixon)

(*) max. 150 mA zusammen mit X7

(**) Im Falle eines Hiperface-Gebers an X7, (US-Switch über X7.7 und X7.12 gebrückt), liegt an X6.4 nicht +5 V, sondern +12 V an.

(***) Der Sin- wird negiert aufgelegt.

Tabelle 32.1 Pin-Belegung Steckverbindung X7

	X7 PIN	SinCos	Absolutgeber SSI / EnDat 2.1	Absolutgeber HIPERFACE©
	1	COS- (A-)	A-	REFCOS
	2	COS+ (A+)	A+	+ COS
	3	+ 5 V / max 150 mA	+ 5 V / max 150 mA	Brücke zwischen Pin 7 und 12 erzeugt eine Spannung von 12V / 100 mA an X7/3
	4	R -	Data +	Data +
	5	R +	Data -	Data -
	6	SIN- (B-)	B -	REFSIN
	7		-	Us-Switch
	8	GND	GND	GND
	9	ϑ –	-	-
	10	ϑ +	-	-
	11	SIN+ (B +)	B +	+ SIN
	12	Sense +	Sense +	Us-Switch
	13	Sense -	Sense -	-
	14	-	CLK +	-
	15	-	CLK -	-

Achtung!
Durch eine Brücke zwischen X7/7 u. 12 erreicht man eine Spannungsanhebung auf 11,8 V an X7/3 (nur für Verwendung eines Hiperface-Gebers).

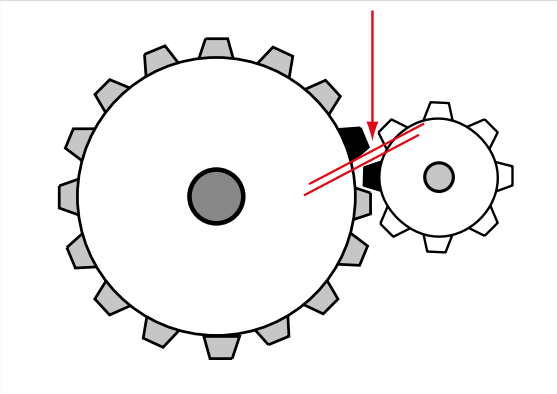
Achtung!
Encoder mit einer Spannungsversorgung von 5 V +5% müssen über einen separaten Sense-Leitungsanschluss verfügen. Die Sense-Leitungen sind zur Messung eines Versorgungsspannungsabfalls auf der Encoderleitung erforderlich. Nur durch Verwendung der Sense-Leitungen ist sichergestellt, dass der Encoder mit der korrekten Spannung versorgt wird. Die Sense-Leitungen sind immer anzuschließen!
Falls ein SinCos-Geber keine Sense-Lignale liefert, sind die Pins 12 und 13 (+ / -Sense) mit den Pins 3 und 8 (+ 5 V/GND) am Kabelende des Gebers zu verbinden.

3.7 Achsfehlerkompensation

Der vom Gebersystem gelieferte Lageistwert und der tatsächliche Lageistwert an der Achse können aus unterschiedlichen Gründen voneinander abweichen.
Mögliche Ursachen

- Ungenauigkeit des Messsystems
- Übertragungsungenauigkeiten in mechanischen Elementen wie Getriebe, Kupplung, Vorschubspindel etc.
- Thermische Ausdehnungen von Maschinenteilen.

Abbildung 33.1 Achsfehlerkompensation



Solche nicht linearen Ungenauigkeiten können mit der Achsfehlerkompensation kompensiert werden (Verwendung positions- und richtungsabhängiger Korrekturwerte). Dazu wird für beide Bewegungsrichtungen jeweils eine Korrekturwerttabelle mit Werten gefüllt. Der jeweilige Korrekturwert ergibt sich aus der aktuellen Achsposition und der Bewegungsrichtung mittels kubischer, ruckstetiger Interpolation. Anhand der korrigierten Tabelle wird der Lageistwert angepasst. Beide Tabellen enthalten 250 Stützstellen.
Der Korrekturbereich liegt innerhalb des Wertebereichs, der durch die Parameter P 0591 „Startposition“ und durch P 0592 „Korrektur Endposition“ begrenzt wird. Die Startposition wird anwenderseitig vorgegeben, die Endposition wird antriebsseitig ermittelt.

Gleichung 33.2

$$\text{Endposition} = \text{Stützpunktabstand} \times \text{Anzahl der Stützstellen (Tabellenwerte)} + \text{Startposition} \quad (\text{nur wenn Startposition} \neq 0).$$

Tabelle 34.1 Erforderliche Parameter:

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0530	ENC_Encoder1Sel	Auswahl des SERCOS Profils für Geber 1	Kanalauswahl für den verwendeten 1. Geber
P 0531	ENC_Encoder2Sel	Auswahl des SERCOS Profils für Geber 2	Kanalauswahl für den verwendeten 2. Geber
P 0590	ENC_ACOR_Sel	Axis Correction: Select	Auswahl des Gebers, dessen Lageistwert korrigiert werden soll. Einstellungsbereich 0 = OFF 1 = 1. Geber 2 = 2.Geber
P 0591	ENC_ACOR_PosStart	Axis Correction: Start Position	Festlegung des Korrekturbereichs: Der Bereich wird durch den Parameter P 0591 Start Position und P 0592 End Position festgelegt. Die Startposition wird anwenderseitig vorgegeben, die Endsposition wird geräteseitig ermittelt aus dem Maximalwert der genutzten Korrekturtabellenstützpunkte P 0595, P 0596 und dem Stützpunktabstand P 0593.
P 0592	ENC_ACOR_PosEnd	Axis Correction: End Position	
P 0593	ENC_ACOR_PosDelta	Axis Correction: Delta Position	Stützpunktabstand: Die Positionen, bei denen die Korrekturstützpunkte aufgenommen werden, sind über die Parameter P 0593 Stützpunktabstand und P 0591 Startposition festgelegt. Zwischen den Korrekturstützpunkten werden die Korrekturwerte durch kubische Spline-Interpolation berechnet.
P 0594	ENC_ACOR_Val	Axis Correction: Actual Position Value	Positionsistwert
P 0595	ENC_ACOR_VnegTab	Axis Correction: Table for neg. speed	Werte der Korrekturtabelle für negative Drehrichtung in Benutzereinheiten.
P 0596	ENC_ACOR_VposTab	Axis Correction: Table for pos. speed	Werte der Korrekturtabelle für positive Drehrichtung in Benutzereinheiten.

Durchführung:

- Mit P 0530 Kanalauswahl für SERCOS: 1. Geber
- Mit P 0531 Kanalauswahl für SERCOS: 2. Geber
- Auswahl des Gebers, dessen Lageistwert korrigiert werden soll, mit P 0590
- Stützpunktabstand in P 0593 eintragen
  Die Ermittlung der Korrekturwerte erfolgt mit Hilfe eines Referenzmess-Systems (z.B. Laserinterferometer). Es werden innerhalb des gewünschten Korrekturbereichs die Stützpunkte für die verschiedenen Richtungen nacheinander angefahren und der entsprechende Positionsfehler gemessen.
- Die stützpunktbezogenen Korrekturwerte werden in die Tabellen P 0595 (pos. Richtung) und P 0596 (neg. Richtung) von Hand eingetragen.
- Werte speichern

- Neustart durchführen

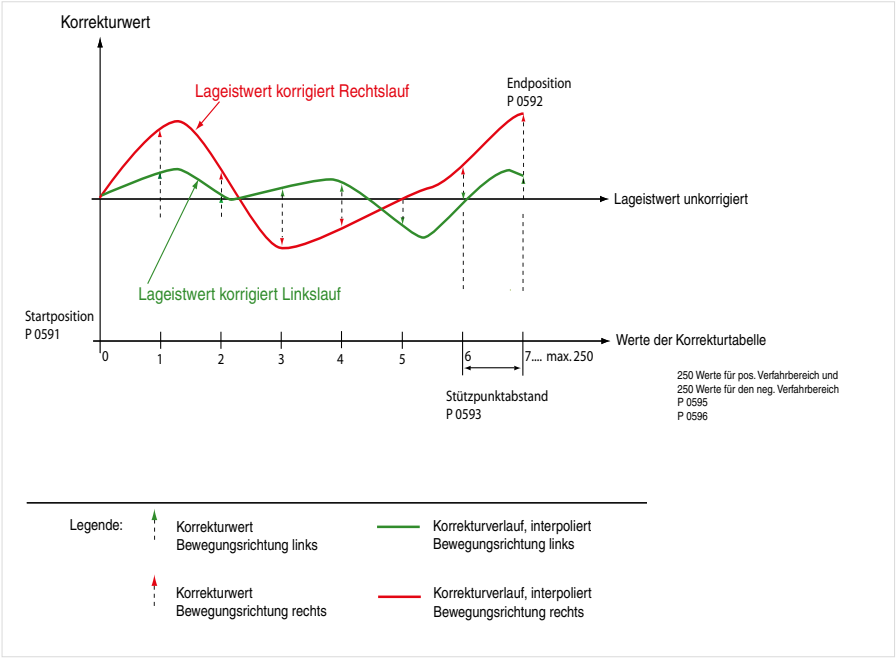
- In P 0592 steht nun der Positionsendwert des Korrekturbereichs
- Regelung starten (Bei Positionsregelung Referenzfahrt durchführen) und anschließend eine beliebige Position anfahren.
- Der aktuelle Korrekturwert wird in P 0594 geschrieben. Dieser Wert wird vom angefahrenen Positionswert subtrahiert. Dies gilt für alle anzufahrenden Positionen.

Ermittlung der Bewegungsrichtung:

Positionsreglung:
Die Bewegungsrichtung ergibt sich, wenn die zeitbezogene Positionssollwertänderung (Geschwindigkeitsvorsteuerwert) den Betrag des Stillstandsfensters in positiver oder negativer Richtung überschritten hat.

Drehzahlregelung:
Die Bewegungsrichtung ergibt sich, wenn der Geschwindigkeitssollwert den Betrag des Stillstandsfensters in positiver oder negativer Richtung überschritten hat.

Abbildung 36.1 Korrekturwertbildung aus den ermittelten Korrekturstützstellen



HINWEIS:
Die Parametrierung erfolgt in der gewählten Benutzereinheit für die Lage als Integerwerte.

HINWEIS:
Es wird empfohlen, die gleiche Anzahl Korrekturstützpunkte für die positive und negative Bewegungsrichtung zu nutzen. Der erste und der letzte Korrekturwert der Tabelle muss Null sein, um Unstetigkeiten (sprunghafte Änderungen) im Lageistwert zu vermeiden. Unterschiedliche Korrekturwerte für positive und negative Bewegungsrichtung am selben Stützpunkt führen bei Richtungsumkehr zu einer Unstetigkeit im zugehörigen Lageistwert und damit evtl. zu einem sprunghaften Ausregeln auf die Sollposition.

4 Regelung

4.1 Grundeinstellung der Regelung

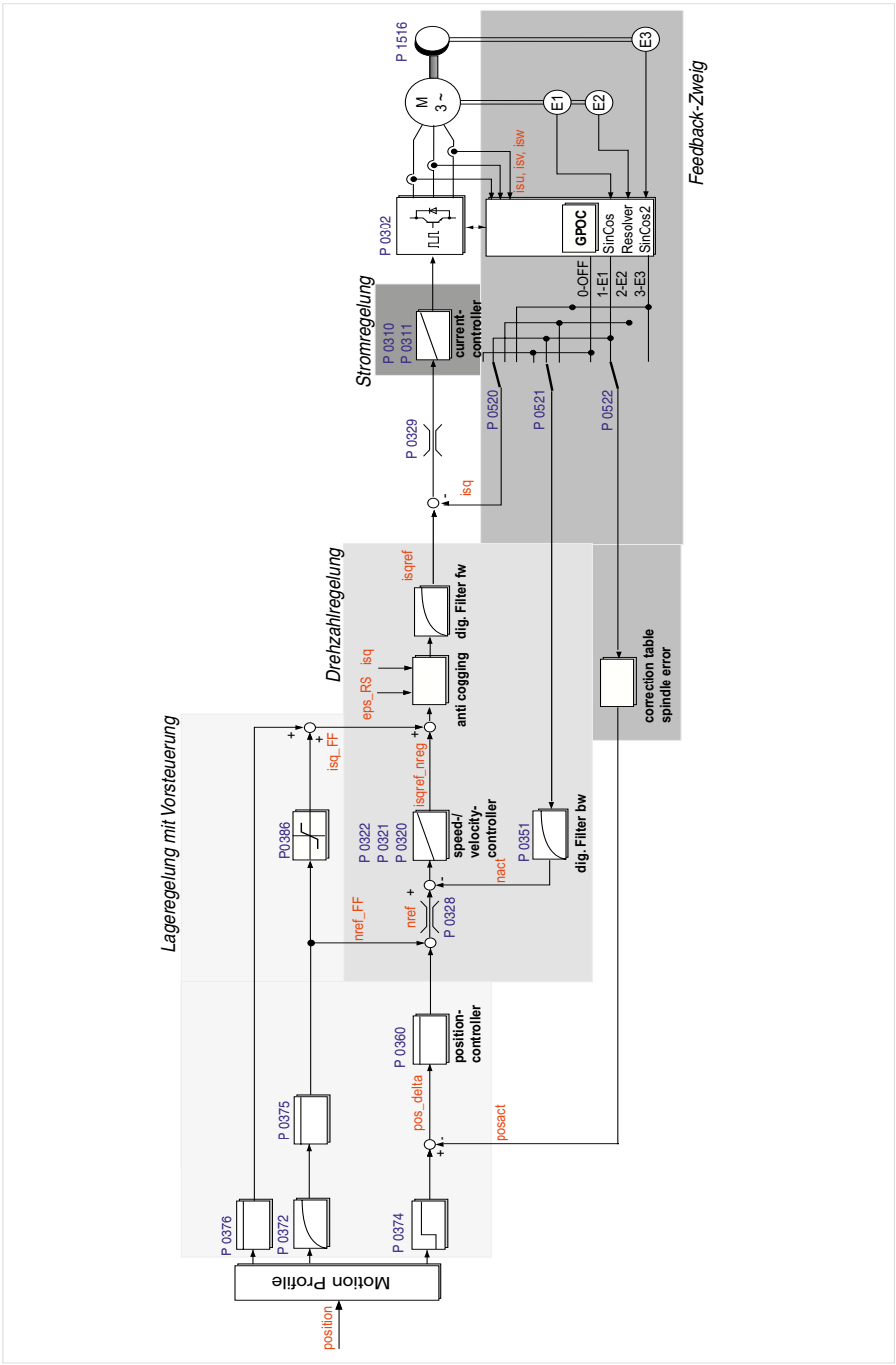
Ein Servoregler arbeitet nach dem Prinzip der feldorientierten Regelung. Im Motor wird der Strom so eingeprägt, dass der magnetische Fluß maximal ist und ein maximales Drehmoment an der Motorwelle oder am Schlitten eines Linearmotors erzeugt werden kann.

Geforderte Eigenschaften:

- konstante Drehzahl (Gleichlauf)
- Positioniergenauigkeit (absolut und wiederholbar)
- hohe Dynamik
- konstantes Drehmoment
- Störgrößenausregelung

Bei Verwendung eines Standard-Motorendatensatzes sind die Regelungsparameter für das betreffende Motormodell voreingestellt. Bei dem Einsatz von „Fremdmotoren" muss für den jeweiligen Antrieb eine manuelle Einstellung über die Motoridentifikation oder Berechnung erfolgen, um die geeigneten Regelungsparameter für das Motormodell zu erhalten (siehe Kapitel Motor).
Die einzelnen Regler für Lage, Geschwindigkeit und Strom sind hintereinander geschaltet. Mit der Regelungsart werden die passenden Regelkreise ausgewählt.

Abbildung 38.1 Anordnung der Regelungsstruktur



HINWEIS:
Es können sowohl Synchron-, Asynchronmaschinen als auch Synchron-Linearmotoren (eisenlos / eisenbehaftet) geregelt werden.

Die nachfolgend aufgeführte Reihenfolge für die Optimierung der Regler ist stets einzuhalten:

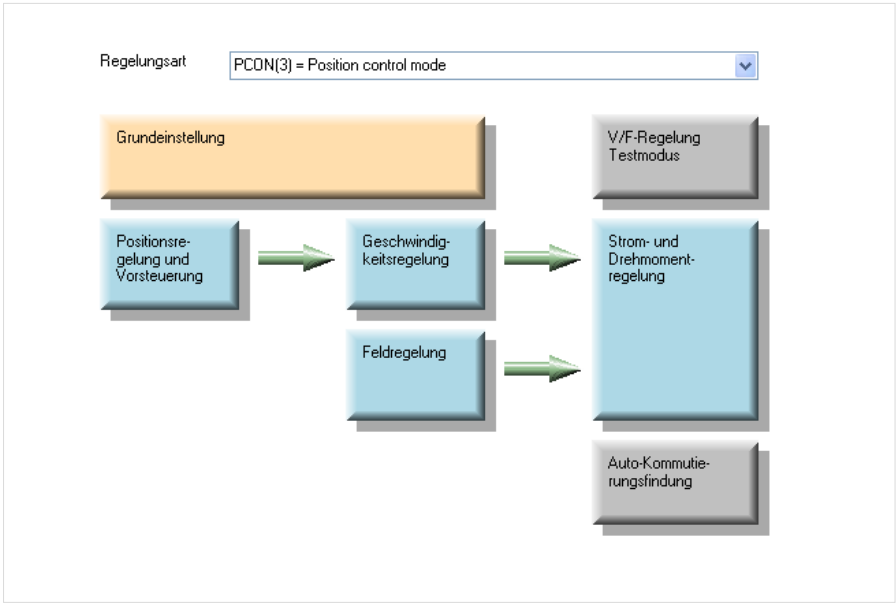
1. Stromregelkreis: Bei Motoren mit Motorgeber kann eine Optimierung des Stromreglers entfallen, da die entsprechenden Regelungsparameter beim Laden des Motordatensatzes mit übertragen werden. Bei Linearmotoren und Fremdmotoren muss der Motor berechnet oder identifiziert werden (Kapitel 3 Motor).

2. Geschwindigkeitsregler: Die Einstellung des Geschwindigkeitsreglers mit den zugehörigen Filtern sind einerseits abhängig von den Motorparametern (Massenträgheitsmoment und Drehmoment-/Kraft-Konstante), andererseits von mechanischen Gegebenheiten (Lastträgheit/Masse, Reibung, Steifigkeit der Ankopplung,...). Deshalb ist oftmals entweder eine manuelle oder eine automatischen Optimierung erforderlich.

3. Lageregelkreis: Der Lageregelkreis ist von der Dynamik des unterlagerten Geschwindigkeitsreglers, von der Art des Sollwertes und vom Ruck, der Beschleunigung und dem Interpolationsverfahren, abhängig.

Grundeinstellungen werden über die folgende Maske vorgenommen:

Abbildung 39.1 Maske Grundeinstellungen für die Auswahl der Regelungsparameter



Der Parameter **P 0300 CON_CFG_Con** gibt die Regelungsart an, mit der der Antrieb geregelt werden soll. **Dieser Parameter wirkt sich online aus.** Eine unkontrollierte Online-Umschaltung kann einen sehr großen Ruck, eine sehr große Drehzahl oder einen Überstrom verursachen, was zur Beschädigung der Anlage führen kann.

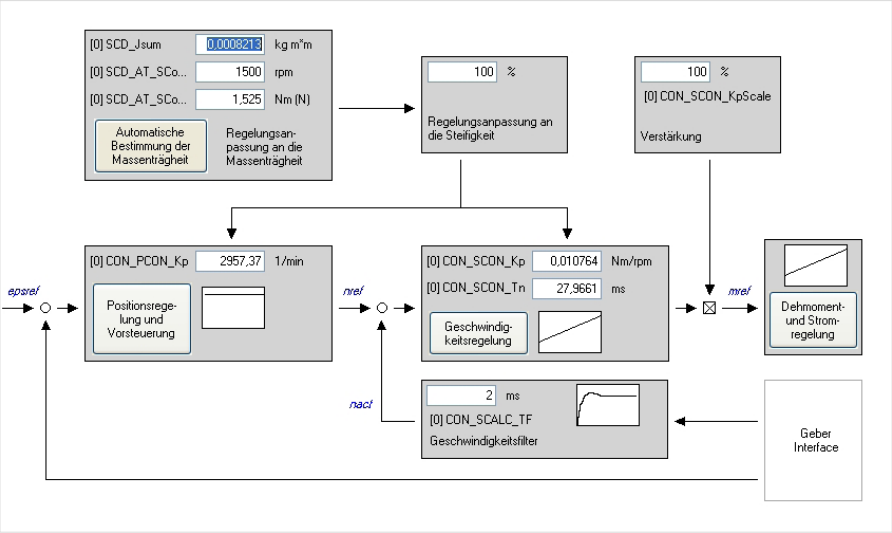
Auswahl der Regelungsart:

- Stromregelung TCON(1)
- Drehzahlregelung SCON(2)
- Positionsregelung PCON (3)

Zu den Grundeinstellungen gehören:

- Das Einstellen des Massenträgheitsmoments der Anlage
- Einstellen der Steifigkeit und das Skalieren des Geschwindigkeitsreglers
- Einstellung der Verstärkungsfaktoren von Strom-, Drehzahl-, Lageregelung
- Einstellung der Drehzahlfilter

Abbildung 40.1 Maske für die Grundeinstellungen



Anpassung an die Steifigkeit der Mechanik

Die Anpassung an die Steifigkeit der Mechanik kann nach erfolgter Ermittlung des Massenträgheitsmomentes P 1516 durch das Schreiben des Parameters P 1515 für die Steifigkeit der Regelung erfolgen. Durch Schreiben eines Prozentwertes wird die Steifigkeit und damit auch die Phasenreserve des Drehzahlregelkreises beeinflusst. Anhand der über P 1515 vorgegebenen Steifigkeit, des Massenträgheitsmomentes und der Filterzeitkonstante für die Drehzahlrückführung P 0351 werden der PI-Geschwindigkeitsregler P 0320, P 0321 und der P-Lageregler P 0360 eingestellt. Gleichzeitig wird der Beobachter für ein Einmassensystem parametriert, aber noch nicht aktiv geschaltet. Die Drehzahlrückführung erfolgt weiterhin über das verzögernde Digitalfilter.

4.2 Stromregelung

Durch die Optimierung des Stromreglers kann dieser an die speziellen Anforderungen der Antriebsaufgabe angepasst werden. Für dynamische Anwendungen empfiehlt es sich, den Stromregler möglichst dynamisch, mit kurzer Anregelzeit auszulegen. Für geräuschsensitive Anwendungen ist eine weniger dynamische Einstellung mit längerer Anregelzeit zu empfehlen.

Optimierung des Stromreglers

Um den Stromregelkreis zu optimieren, müssen zwei rechteckförmige Sprünge vorgegeben werden. Der erste Sprung (Stufe 1, Zeit 1) richtet den Rotor in eine definierte Position. Der zweite Sprung (Stufe 2, Zeit 2) wird zur Beurteilung der Stromregelung (Sprungantwort) genutzt. Dieser sollte dem Bemessungsstrom des Motors entsprechen. Mit der Schaltfläche „Start Test Signal" öffnet sich ein Fenster mit Sicherheitsinstruktionen, bevor die Sprungantwort erzeugt werden kann. Die notwendige Einstellung der Scopefunktion wird durch den Assistenten automatisch übernommen. Die Zeitbasis ist manuell einstellbar.

Abbildung 41.1 Maske für den Stromregelkreis

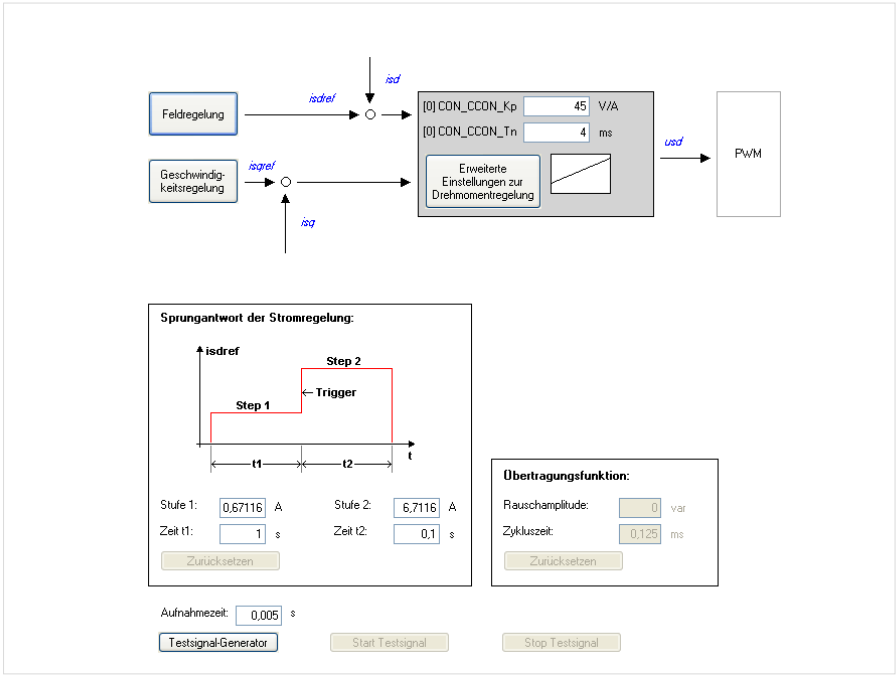
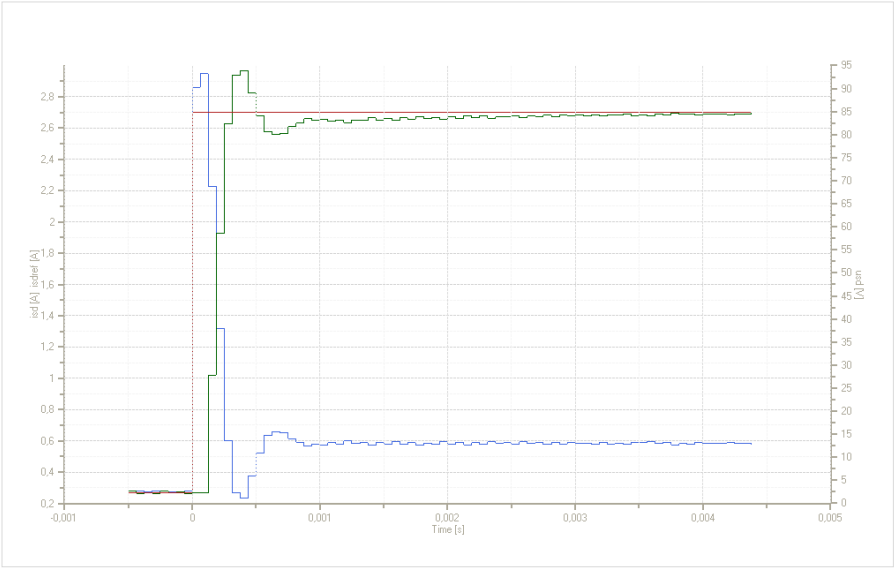


Abbildung 42.1 Sprungantwort auf den Bemessungsstrom



Je schneller sich der Istwert dem Sollwert annähert, desto dynamischer ist der Regler eingestellt. Beim Einschwingvorgang sollte das Überschwingen des Istwertes nicht mehr als 5-10 % des Sollwertes betragen.
Man kann den Stromregler auch über den Testsignalgenerator einstellen. Diese Vorgehensweise zu Regleroptimierung wird im Kapitel 4.7 Inbetriebnahme näher beschrieben.

Bestimmung der Massenträgheit des Motors:

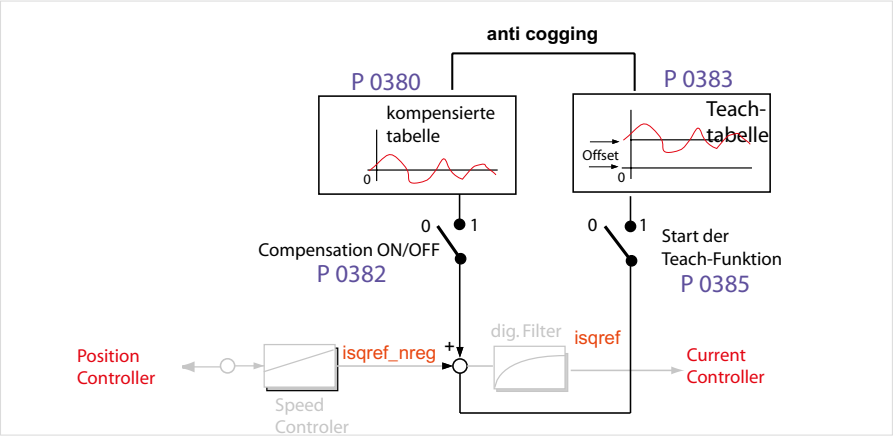
- Öffnen der Maske Regelung
- Hardwarefreigabe aktivieren (ISDSH, ENPO)
- Schaltfläche „Grundeinstellung“ aktivieren (Die Maske in Bild 4.3 öffnet sich)
- Aktivieren der Schaltfläche „Automatische Bestimmung der Massenträgheit“ (Hardwarefreigabe erforderlich)
- Der neue Wert der Massenträgheit wird in **P 1516 SCD_Jsum** angezeigt.
- Einstellung im Gerät speichern

Achtung!
Die Welle des Motors bewegt sich ruckartig.

4.2.1 Rastmomentkompensation (anti cogging)

Um Rastmomente zu kompensieren (bedingt durch nicht sinusförmige EMK), wird der momentbildende q-Strom für eine Polteilung in eine Tabelle übertragen bzw. „geteacht".
Nach der Eliminierung des Offsets (kompensierte Tabelle), wird der q-Strom invertiert und als Vorsteuerwert der Regelung zugeführt (siehe Abb. 4.6). Die Kompensationsfunktion lässt sich durch Kompensationsströme (q-Strom, Scope-Signal isqref) in Abhängigkeit von einer Position (elektrischer Winkel, Scope-Signal epsrs) beschreiben. Mit Hilfe einer „Teachfahrt" werden die Werte in einer Tabelle mit 250 Stützstellen importiert.
Mit Parameter **P 0382 CON_TCoggComp** wird die Funktion (ON/OFF) aktiviert.

Abbildung 43.1 Schema für Rastmomentkompensation



Teachfahrten
Die Teachfahrt wird über den Parameter **P 0385 CON_TCoggTeachCon** angestoßen. Bei einer Teachfahrt zur Ermittlung der Rastmomentkennlinie ist wie folgt vorzugehen.

Durchführen der Teachfahrt:

- Handbetriebsfenster öffnen
- Drehzahlregelung einstellen
- Parameter P 0385 auf „TeachTab(1) einstellen
- Regelung starten
- Motor mit kleiner Drehzahl bewegen, bis die Tabelle P 0383 komplett beschrieben wurde.
- Parameter P 0385 auf „CalCorrTab(3)" stellen. Damit werden alle Werte in die Kompensationstabelle übertragen.
- Regelung stoppen
- Werte der Kompensationstabelle mit P 0382 = EPSRS (1) (Elektrischer Winkel) oder ABSPOS(2) (Absolute Position) in das Gerät übertragen
- Gerätedaten speichern

Zwischen den Tabellenwerten wird linear interpoliert. Das Speichern der Kennlinie erfolgt nicht automatisch, sondern muss von Hand erfolgen.
Der Verlauf des Lernens und die Kompensation kann über das Scope verfolgt werden. Das Signal isqCoggTeach gibt dabei den aktuellen Ausgabewert der Teachtabelle bei der Teachfahrt wieder, während isqCoggAdapt den aktuellen Wert der Kompensationstabelle beinhaltet.

Um diesen Vorgang zu aktvieren stehen die folgenden Parameter zur Verfügung:

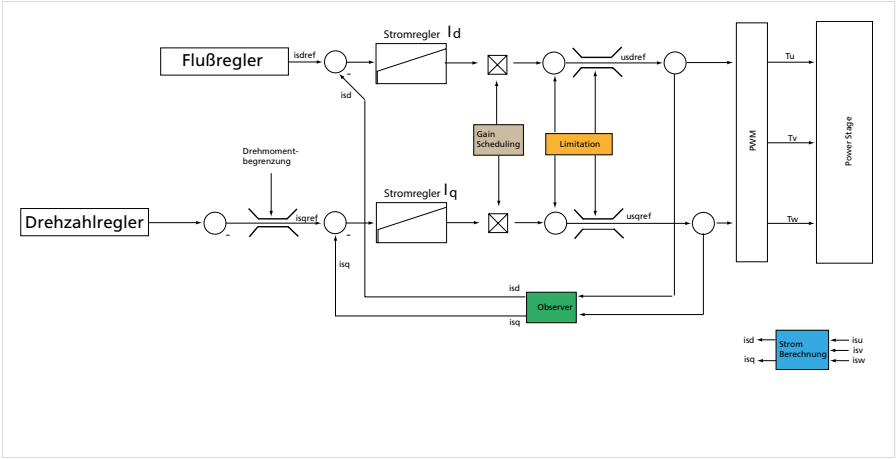
Tabelle 44.1 Optionskarte PROFIBUS

P.Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Beschreibung DMS	Funktion
P 0380	CON_TCoggAddTab	Anti Cogging - compensation current table	Tabelle mit kompensierten Werten
P 0382	CON_TCoggComb	Anti Cogging - compensation on/off	Kompensierte Tabellenwerte werden in die Regelung übernommen
(1)	EPSRS	Compensation on, dependent on el. angle	Kompensation bezogen auf den elektrischen Winkel Beispiel Dreipolpaariger Motor: Die Tabelle in P 0380 wird dreimal innerhalb einer mechanischen Motorumdrehung gefüllt. Die Kompensation erfolgt mit den gemittelten Tabellenwerten.
(2)	ABSPOS	Compensation on, dependent on absolute Position.h	Kompensation bezogen auf eine mechanische Motorumdrehung. Beispiel: Dreipolpaariger Motor: Die Tabelle in P 0380 wird innerhalb einer mechanischen Motorumdrehung einmal gefüllt.
P 0383	CON_TCoggTeach1	Anti Cogging - recorded currents at teaching	Der Verlauf des q-Stroms wird über ein spezielles Filter gemittelt und in die Tabelle des Parameters P 0383 CON_TCoggTeach1 übertragen..
P 0385	CON_TCoggTeachCon	Anti Cogging - teach control word	Start der Teachfunktion, um die Tabelle zu füllen

4.2.2 Erweiterte Drehmomentregelung

Es gibt zusätzliche Funktionen um die Regelperformance von Strom- und Geschwindigkeitsregler zu verbessern. Hier werden die Funktionen **>Limitation**, **>Gain Scheduling**, und **>Observer** beschrieben.

Abbildung 44.2 Strukturbild der Strom- und Geschwindigkeitsregelung



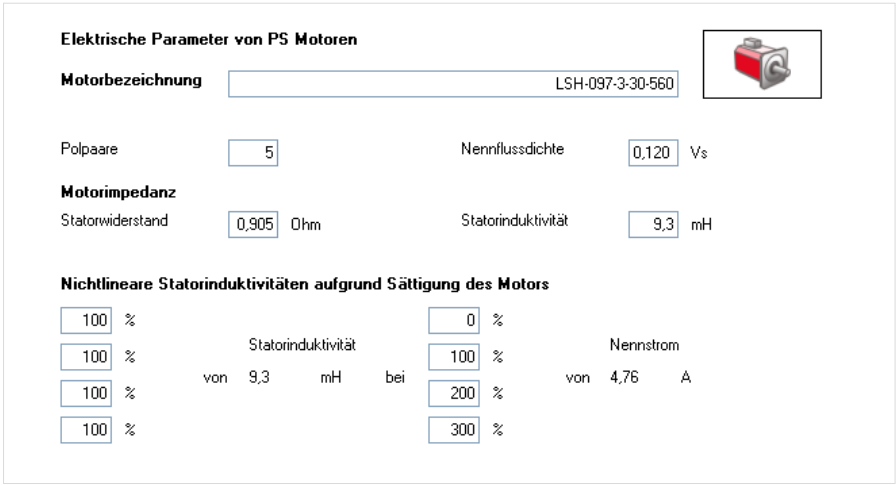
Begrenzung/Limitation
Begrenzung der Spannungskomponenten „usqref" und „usdref".
Damit wird auch die sogenannte Übermodulation (Begrenzung auf Hexagon statt Kreis) möglich, um die Spannung des Umrichters besser ausnutzen zu können.

Tabelle 45.1

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Beschreibung im DM 5	Funktion
P 0432	CON_CCONMode	Select current control / limitation mode	Spannungsbegrenzung von $us_{q,ref}$ und $us_{d,ref}$.
(0)	PRIO(0)	Hard-Change-over of priority	Harte Umschaltung von d-Priorität (motorisch) auf q-Priorität (generatorisch)
(1)	PRIO_RES(1)	Priority with reserve (CON_CCON_VLimit)	Expertenmodus: Umschaltung von d-Priorität (motorisch) auf q-Priorität (generatorisch). Ein Teil der Spannung wird als Reserve vorgehalten, die über Parameter P 0431 CON:CCON_VLimit, vorgegeben werden kann.
(2)	Phase(2)	CON_CCONOV_Mode:Phase	Phasenrichtige Begrenzung
(3)	HEX_PHASE (3)	Hexagon modulation, limitation with correct phase angle	Sechseck (Hexagon)-Modulation mit phasenrichtiger Begrenzung. Es steht mehr Spannung für den Motor zur Verfügung. Der Strom weist bei hohen Spannungen allerdings eine höhere Welligkeit auf.

Adaption der Stromregelung/Gain Scheduling
Im hohen Überlastbereich reduziert sich bei vielen Motoren bedingt durch Sättigungseffekte die Induktivität. Damit kann der auf den Nennstrom optimierte Stromregler schwingen oder instabil werden.
Zur Abhilfe kann dieser an den Grad der magnetischen Sättigung des Motors angepasst werden. Die Verstärkung des Stromreglers kann über 4 Stützstellen an den Lastfall angepasst werden.

Abbildung 45.2 DM5 Maske für die Adaption an den Stromregler



Im unteren Bereich der Maske werden die Werte für die Stützstellen eingetragen.
Links sind die Werte für die Induktivität, rechts sind die Werte für die Überlast (>100% vom Nennstrom) angeordnet.

Abbildung 46.1 Beispiel für die Adaption der Stromregelung

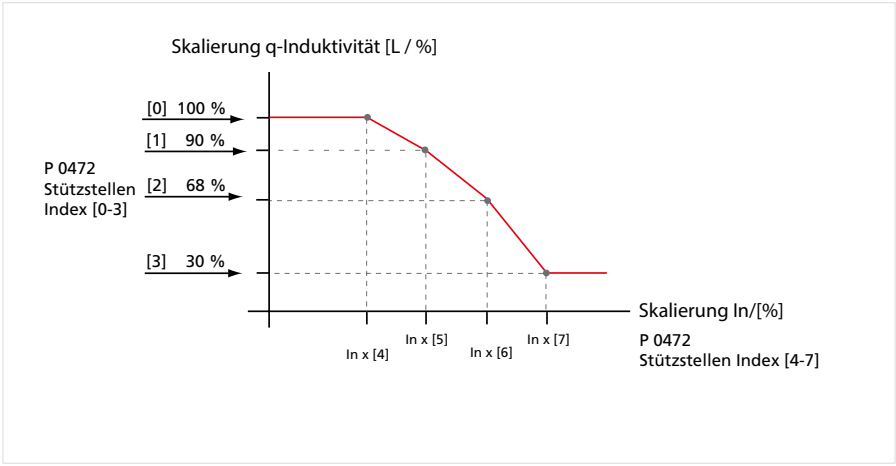


Tabelle 46.2

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Beschreibung im DM 5	Funktion
P 0472	MOT_LsigDiff	q-Stator inductance variation in % of MOT_Lsig	Skallierung der q-Stator Induktivität
0-3	100%	Lsig_q 0-3	Skallierung der q-Stator Induktivität in [%]; Stützstellen [0-3]
4-7	100%	Current 0-3	Skallierung des Motornennstromes in [%]. Stützstellen [4-7]

HINWEIS:
Zwischen den Stützstellen wird der Skalierungsfaktor linear interpoliert. Die aktuelle Skalierung der Induktivität wird in der Scope-Variablen „Is_ActVal_unter Control, Flux Model" aufgezeichnet.

Beobachter, Current Calculation

Um die Dynamik der Stromregelung zu erhöhen und Schwingneigung zu reduzieren, gibt es einen so genannten Beobachter. Dieser führt eine Prädiktion des Stromes durch.

Tabelle 47.1

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0433	CON_CCON_ObsMod	Select current observer mode	Ein- und Ausschalten des Beobachters für die Stromregelung
(0)	OFF(0)	Observer not used	
(1)	Time Const(1)	Use observer design acc. time contant	Die aus dem Beobachter ermittelten Ströme werden für die Motorregelung verwendet. Die Auslegung erfolgt durch die Vorgabe einer Filterzeitkonstante in **P 0434, Index 0**
(2)	Direct(2)	Use observer preset of Kp and Tn	Direkte Parametrierung der Beobachterrückführung über P 0434 Index 1 (KP) und 2 (Tn)

4.2.3 Stromregelung mit definierter Bandbreite

Es ist möglich, anhand der Bandbreite einen Stromreglerentwurf durchzuführen. Dabei können die Reglerverstärkungen über das Aufschalten von Testsignalen (Autotuning) ermittelt werden. Die Berechnungen und das Autotuning hierzu erfolgen im Antriebsregler.
Die erweiterten Einstellungen werden in den Parametern **P 1530**, **P 1531** und **P 1533** vorgenommen.

Tabelle 47.2 Optionskarte PROFIBUS

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM5	Funktion
P 1530	SCD_SetMotorControl	Bestimmung der Standard-motorsteuerungseinstellung	
(3)	3- SCD_SetCCon_by Bandwidth	Design current control for given bandwidth	Einstellung 3: CalcCCon_PI Berechnung der Stromreglerparameter anhand der Motordaten und der vorgegebenen Bandbreite
(4)	SCD_SetCCon_Deadbeat	Design dead beat current control	Diese Einstellung parametriert einen Deadbeat Regler. Die Struktur wird auf Rückführung mit Beobachter umgestellt, der Beobachter wird entworfen (auf eine bestimmte Ersatzzeit-konstante, Einstellung siehe Parameter CON_CCON_ObsPara – Index 0) und die Strom-Reglerverstärkungen werden entsprechend berechnet.
P 1531	SCD_Action_Sel	Auswahl der Inbetriebnahmeart	
(6)	SCD_Action_Sel_TuneCCon	Tune current control for given bandwidth	Einstellung 6: TuneCCon Aufschalten von Sinus-Testsignalen und Adaption der Stromreglerparameter anhand der vorgegebenen Bandbreite
P 1533	SCD_AT_Bandwidth	Gewünschte Bandbreite für Steuerungdesign	Bandbreitenvorgabe für Stromregelkreis: Einstellbereich: 10 - 4000 Hz

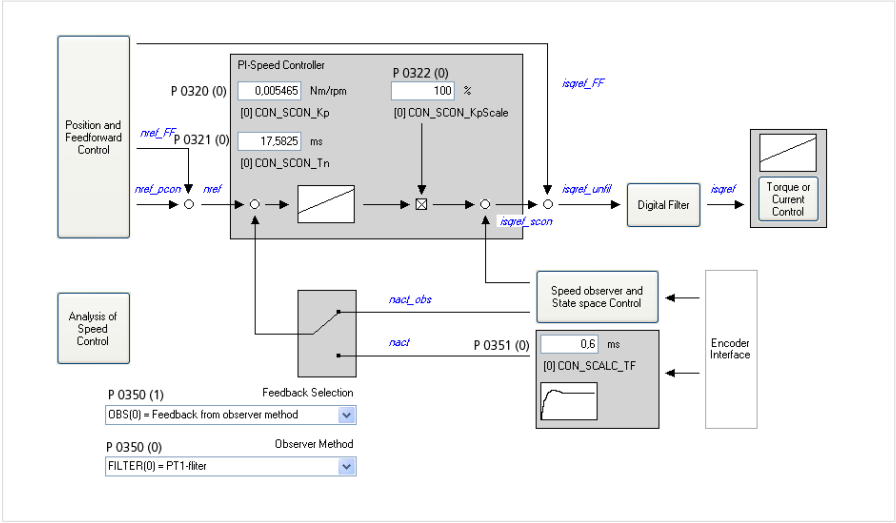
4.3 Geschwindigkeitsregelung

Ist der Fahrbereich nicht begrenzt, empfiehlt sich die Optimierung des Geschwindigkeitsreglers durch Sprungantworten. Das Motormodell muss hierbei exakt auf den einzelnen Motor abgestimmt sein. Im Standard-Motordatensatz ist der Geschwindigkeitsregler für eine mäßig steife Mechanik voreingestellt.
Der Geschwindigkeitsregler muss gegebenenfals auf das Trägheitsmoment und die Steifigkeit der Mechanik angepasst werden. Für den Fall einer Lastanpassung ist das angekoppelte Massenträgheitsmoment der Anlage gleich dem Motorträgheitsmoment (Verhältnis Last zu Motor 1:1).

Über die Maske (Bild 4.10) ist es möglich, die Regelungsparameter des Geschwindigkeitsreglers einzustellen:

- Verstärkung
- Nachstellzeit
- Skalierung der Verstärkung
- Filterzeit
  Kleiner Wert für das Drehzahlfilter = hohe Regeldynamik
  Großer Wert für das Drehzahlfilter = Regeldynamik geringer / Rundlaufgüte steigt
- Drehzahlbegrenzung

Abbildung 48.1 Maske des Geschwindigkeitsreglers



Alle Parameter wirken sich „online“ aus. Der Skalierungsparameter **P 0322** wird in definierter Echtzeit (entsprechend der Geschwindigkeitsregler-Zykluszeit) übertragen.

- Hiermit kann die Verstärkung über den Feldbus oder eine interne PLC adaptiert werden, um auf ein variables Massenträgheitsmoment zu reagieren.
- Durch Wahl der Skalierung hat man immer einen Rückbezug auf die Bezugseinstellung von 100 %.

Geschwindigkeitsregleroptimierung mit Hilfe von Sprungantworten

Die Einstellung des Geschwindigkeitsreglers erfolgt mit Hilfe von Sprungantworten. Diese werden mit dem Oszilloskop aufgezeichnet und zur Analyse der Einstellgüte des Drehzahllregelrs verwendet. Zum Aufschalten von Sprungantworten sollte der Regler im Drehzahlregelmodus „SCON" betrieben werden. Wichtig hierbei ist, dass der Geschwindigkeitsregler Kleinsignalverhalten zeigt, das bedeutet, dass der Sollwert des q-Stroms während des Sprungs nicht in die Begrenzung geht. In diesem Fall muss die Höhe des Sollwertsprungs P 0402 reduziert werden.

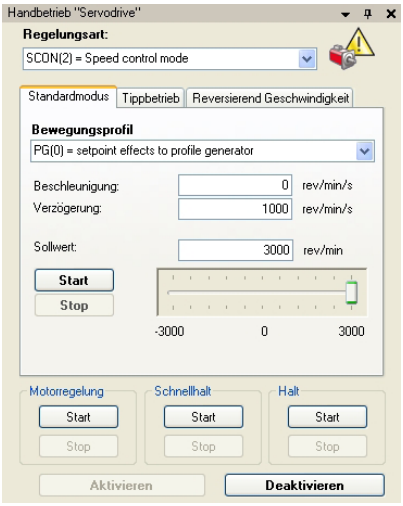
Tabelle 49.1 Parameter:

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Einstellung	Funktion
P 0165	MPRO_REF_SEL	TAB(3) = via table	Auswahl der Sollwertquelle
P 0300	CON_Cfg_Con	SCON(2)	Geschwindigkeitsregelung aktiviert
P 0320	CON_SCON_Kp		Geschwindigkeitsreglerverstärkung
P 0321	CON_SCON_Tn		Nachstellzeit des Geschwindigkeitsreglers
P 0322	CON_SCON_KpScale	100 %	Skalierung für die Verstärkung
P 0328	CON_SCON_SMax		Drehzahlbegrenzung
P 0351	CON_SCALC_TF	Empfohlene Einstellung: 0,6 bis 1,2 ms	Drehzahlistwertfilter
P 0402	CON_SCON_AddSRef	Drehzahlsollwert	Drehzahlsollwert

Durchführung über das Handbetriebsfenster:

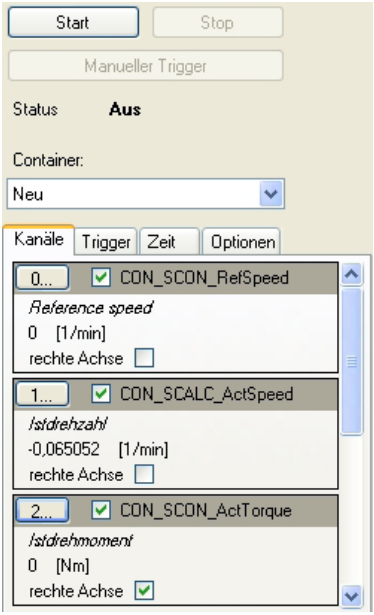
Die für die Optimierung notwendigen Sollwertsprünge lassen sich über das Handbetriebsfenster komfortabel ausführen. Folgende Einstellungen sind für das Handbetriebsfenster und das Oszilloskop erforderlich:

Abbildung 50.1 Optimierung des Geschwindigkeitsreglers



- Handbetriebsfenster öffnen
- Einstellungen vornehmen:
  - Regelungsart= **(SCON)** Drehzahlgeregelt
  - **Beschleunigungsrampe = 0**

Abbildung 50.2 Einstellung der Kanäle im Oszilloskop



Scope öffnen:
Einstellung:

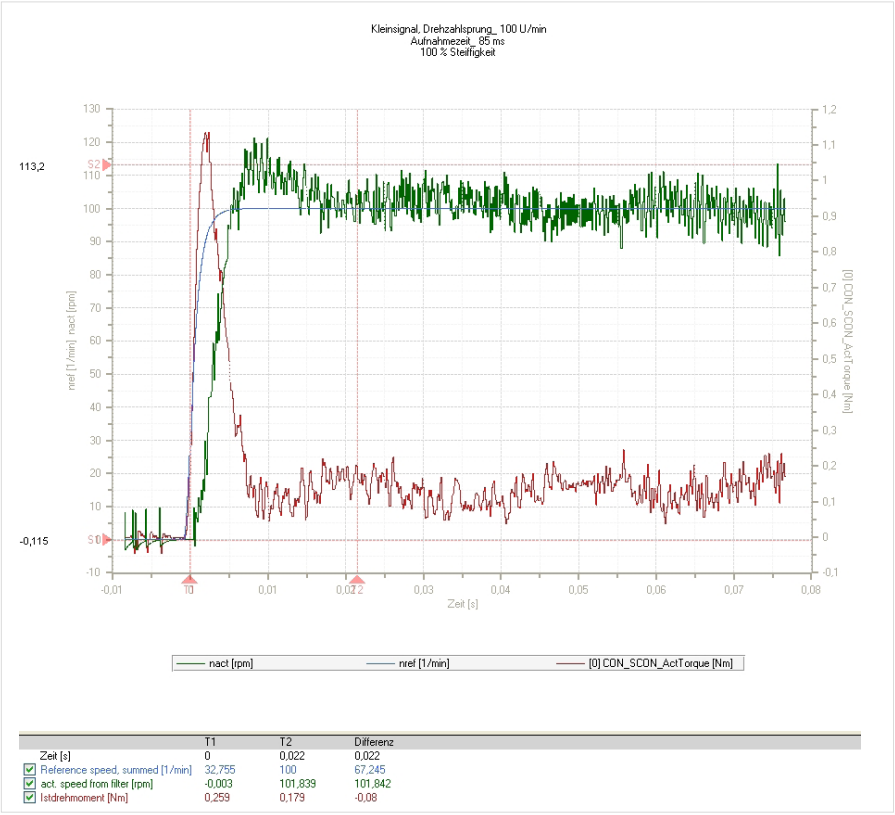
Kanäle:

CH 0 = Drehzahlsollwert (nref)
CH 1 = Drehzahlistwert (nact)
CH 2 = Drehmomentistwert (mact)

Trigger:
Triggersignal: Drehzahlsollwert (nref)
Mode: steigende Flanke
Level: 30 U/min
Pretrigger: 0 %

Zeit:
Samplingtime: = Basetime (6,25E-0,5 s)
Recordingtime = 0,2 s

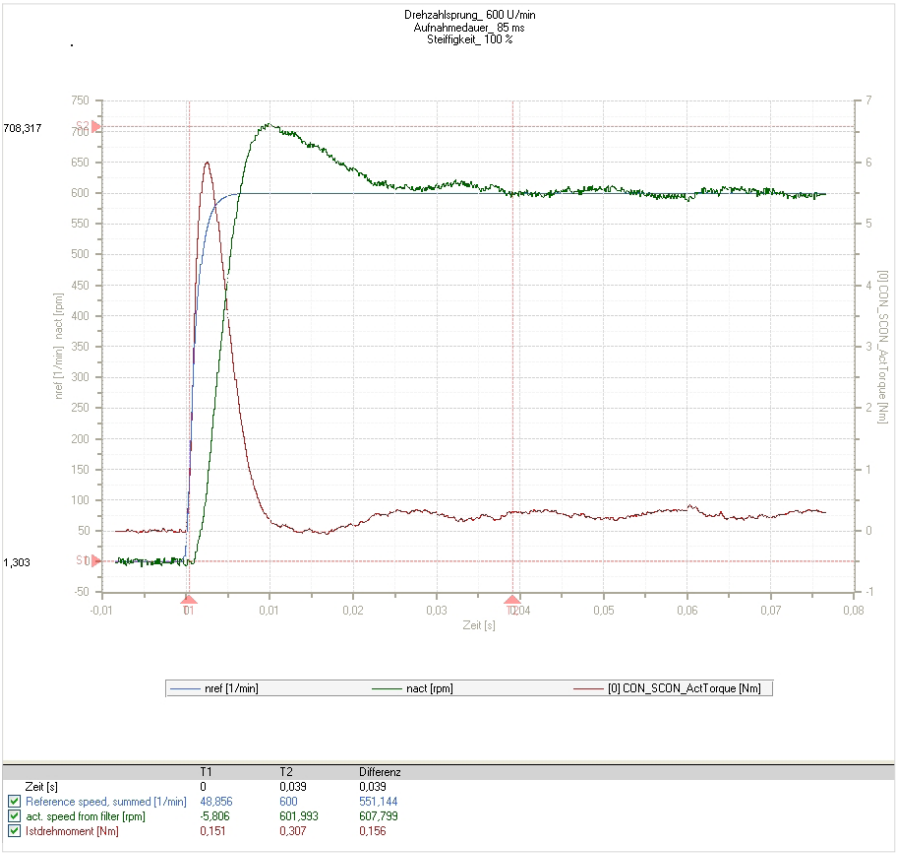
Abbildung 51.1 Kleinsignalverhalten: Drehzahlsprung 100 U/min



	T1	T2	Differenz
Zeit [s]	0	0,022	0,022
Reference speed, summed [1/min]	32,755	100	67,245
act. speed from filter [rpm]	-0,003	101,839	101,842
Istdrehmoment [Nm]	0,259	0,179	-0,08

Diese Darstellung zeigt eine typische Drehzahlsprungantwort (n = 100 U/min) mit einer Anregelzeit von 5 ms und einer Überschwingweite von ca. 13 %.
Der Sollwert des Stroms darf während des Sprungs nicht in die Begrenzung gehen. Dies ist dadurch zu erkennen, dass er während der Beschleunigungsphase für gewisse Zeit einen konstanten Wert annimmt. In diesem Fall muss entweder das maximale Drehmoment **P 0329 CON SCON_TMax** vergrößert oder die Höhe des Sollwerts reduziert werden.

Abbildung 52.1 Drehzahlsprung: 600 U/min



	T1	T2	Differenz
Zeit [s]	0	0,039	0,039
Reference speed, summed [1/min]	48,856	600	551,144
act. speed from filter [rpm]	-5,806	601,993	607,799
Istdrehmoment [Nm]	0,151	0,307	0,156

Skalieren der Regelparameter

Die Parameter für Verstärkung und Nachstellzeit, lassen sich einzeln oder über den Skalierungsfaktor **P 0322 CON_SCON_KpScale** einstellen. Die Standardeinstellung des Skalierungsfaktors beträgt 100 %. Empfohlene Einstellung des Drehzahlistwertfilters

P 0351 CON_SCALC_TF beträgt für einen Synchronmotor 0,6 bis 1,2 ms

Reduktion der Geschwindigkeitsreglerverstärkung bei kleinen Drehzahlen

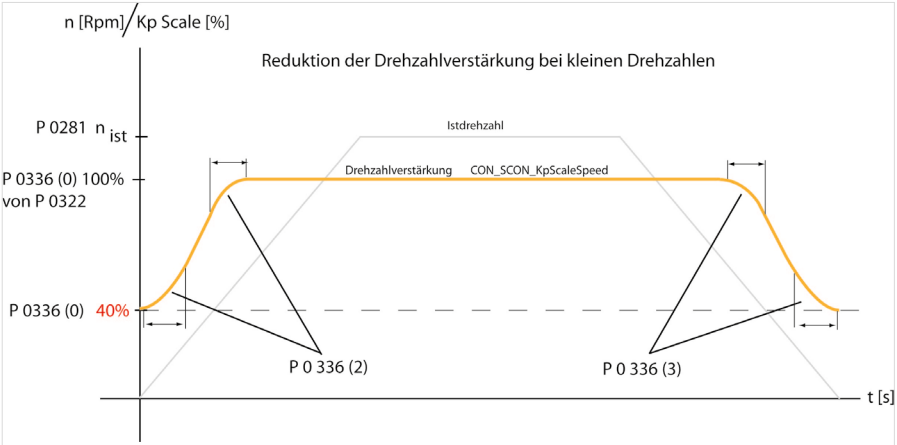
Zur Vermeidung von Stillstandsschwingungen bei gleichzeitig sehr dynamisch eingestellter Geschwindigkeitsregelung während eines kurzen Positionierzyklus kann die Verstärkung der Geschwindigkeitsregelung bei „kleinen Drehzahlen" oder „Drehzahl Null" angepasst werden (besonders wirksam bei TTL-Gebern).

- Reduktion der Drehzahlverstärkung bei kleinen Drehzahlen
- Verhindert „Brummen" oder schlechten Rundlauf

Tabelle 53.1 Parameter

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM5	Funktion
P 0336	CON_SCON_KpScaleSpeed-Zero	Adaptation of speed control gain @ zero speed	Reduktion der Geschwindigkeitsreglerverstärkung bei kleinen Drehzahlen oder Drehzahl 0
(0)	Index 0 [%]	Gain for low/zero speed	Wichtung der Reduktion der Geschwindigkeitsreglerverstärkung in Prozent
(1)	Index 1 [rpm]	Definition of the speed limit to detect zero speed	Wirkungsbereich der Reduktion der Geschwindigkeitsreglerverstärkung in U/min
(2)	Index 2 [ms]	Filter time for change from zero to higher speed	Filterzeit für den Drehzahlübergang von 0 nach n_{max}
(3)	Index 3 [ms]	Filter time for change from higher to zero speed filter time for change from higher to zero speed	Filterzeit für den Drehzahlübergang von n_{max} nach 0

Abbildung 53.2 Reduktion der Geschwindigkeitsreglerverstärkung



Einmassenbeobachter zur Ermittlung des Drehzahlistwertes
Mit dem Einmassensystembeobachter kann man die durch das Jitterfilter erzeugte zeitliche Phasenverschiebung im Rückkoppelzweig verringern und dadurch die Geschwindigkeitsregler-Performance erhöhen.

Bei der Grundeinstellung des Geschwindigkeitsreglers über den Berechnungsassistenten P 1515 SCD_ConDesign wurde bereits ein Einmassensystembeobachter mit mittlerer Dynamik berechnet.

Die Beobachteralgorithmen werden berechnet, sobald der Selektor P 0350 Index 1 auf „Filter(1)“ gestellt ist. PT1-Filter und der gewählte Beobachtertyp werden dann parallel berechnet.

Die Rückführung über das PT1-Filter oder über den Beobachter kann über SelektorP 0350 Index 1 umgeschaltet werden.

Beobachter-Optimierung:

- Das Massenträgheitsmoment muss richtig ermittelt werden.
- Die Dynamik ist über die Ersatzzeitkonstante **P 0353-Index 0** einzustellen, die sich ähnlich wie die Drehzahlistwertfilter-Zeitkonstante verhält: Eine Erhöhung der Zeitkonstante führt zu besserer Rauschunterdrückung, aber auch zur Reduzierung der Dynamik.
- Durch Schreiben des Berechnungsassistenten **P 0354 = Def** wird der Beobachter neu ausgelegt. Diese Änderung ist online wirksam.
- Eine Optimierung kann iterativ (schrittweise) durch eine Anpassung der Ersatzzeitkonstanten verbunden mit dem erneuten Schreiben des Berechnungsassistenten erfolgen.

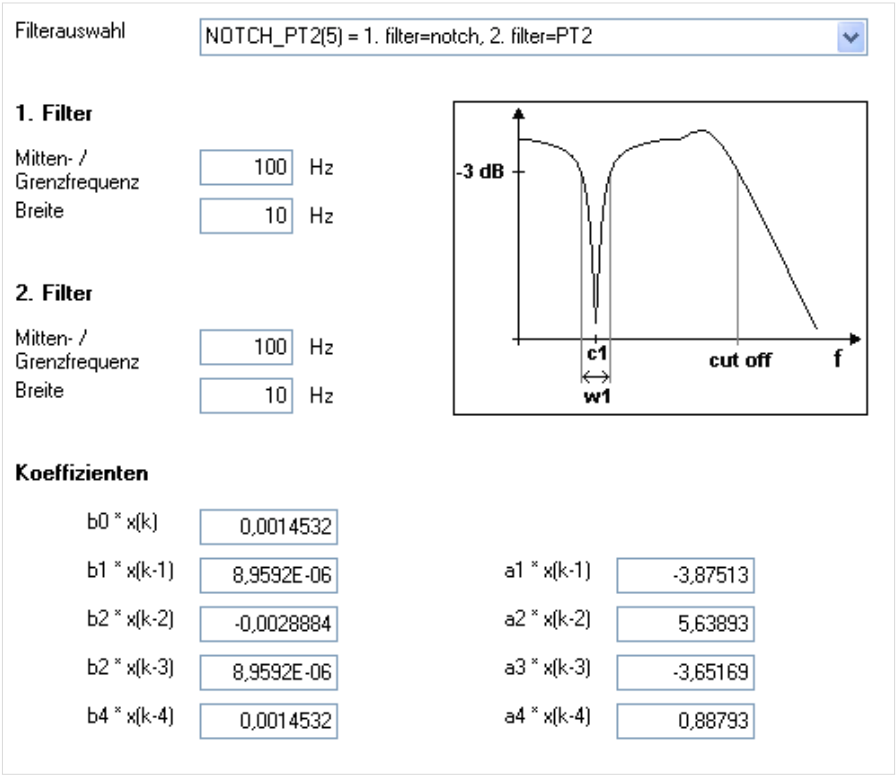
Tabelle 54.1 Parameter

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM5	Funktion
P 0350	CON_SCALC_SEL	Selection of Speed calculation method	Auswahl der Drehzahlberechnungsmethode
(0)	SEL_ObserverMethod	„	„
	Filter(0)	PT-Filter	Signal vom Beobachtersystem; Istwertfilter aktiviert
	OBS1(1)	One mass observer	Einmassenbeobachter
	OBSACC(2)	Observer with acceleration sensor	Beobachter mit Beschleunigungssensor
	OBS2(3)	Two mass observer	Zweimassenbeobachter
(1)	SEL_FeedbackMethod		
	OBS(0)	Feedback from Observer method	
	Filter(1)	Feedback from Filter	
P 0353	CON_SCALC_Obs DesignPara	Observer design parameters	Ersatzeitkonstante des Beobachters
(0)	TF	Time constant of observer	Zeitkonstante 1 ms
1	Alpha	Damping coefficient	
2	Load point	Load torque is applied	ab V 3.0
3	TF1	Time constant of speed filtering	ab V 3.0
4	TF2	Time constant of load torque adaption	ab V 3.0
5	TFosc	Time constant of oscillation adaption	ab V 3.0
6	AccGain	Acceleration measurement gain	ab V 3.0
P 0354	CON_SCALC_ObsDesignAssi	Observer design assistent	Berechnungsassistent für Beobachter
0	USER	User definied design	ab V 3.0
1	DEF	Default design for selected observer	Berechnung starten mit Default-Entwurfsvorschrift
2	DR	Observer design by double ration	ab V 3.0
3	TIMES	Observer design by time constant	ab V 3.0

Digitalfilter
Um mögliche Störfrequenzen (Resonanzen), die ein System zum Schwingen anregen können, auszublenden, ist es möglich, unterschiedliche Filtertypen zu aktivieren.
Dafür sind im Vorwärtszweig des Geschwindigkeitsreglers zwei allgemeine Digitalfilter mit folgender zeitdiskreter Übertragungsfunktion implementiert:

- y(k) = B(4)*x(k-4)+ B(3)*x(k-3)+ B(2)*x(k-2) + B(1)*x(k-1) +B(0)*x(k)
  - A(4)*x(k-4)+ A(3)*x(k-3)+ A(2)*y(k-2) - A(1)*y(k-1)

Abbildung 55.1 Maske für die Einstellung der Digitalfilter



Mit dem Parameter **P 0326 CON_SCON_FilterAssi** ist es möglich, einen Filtertyp auszuwählen, mit dem unerwünschte Frequenzen ausgeblendet werden können. Dafür sind die Angaben von Sperrfrequenz und Bandbreite erforderlich. Beim Schreiben des Parameters werden die entsprechenden Koeffizienten der Übertragungsfunktion in **P 0327** verändert.
Für die Parametrierung von Standard-Filtern steht der Feldparameter **P 0325 CON_SCON_FilterFreq** für die Vorgabe von Grenzfrequenzen und Bandbreiten zur Verfügung.

Einstellungen des Assistenz-Parameters **P 0326 CON_SCON_FilterAssi**:

Tabelle 56.1

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Beschreibung im DM 5	Funktion
P 0325	CON_SCON_FilterFreq	Filter frequencies of digital filter	Grenzfrequenzen
(0)	1 - 8000 Hz	1 st center/cutoff	1. Mitten-, Grenzfrequenz
(1)	1 - 1000 Hz	1 st width	Breite
(2)	1 - 8000 Hz	2 nd center/cutoff	2. Mitten-, Sperrfrequenz
(3)	1 - 1000 Hu	2 nd width	Breite
P 0326	CON_SCON_FilterAssi	Digital filter design assistant	
(0)	OFF(0)	Reset & switch off filter	Kein Filter aktiv
(1)	USER(1)	Direct (write parameter CON_ DigFilCoeff)	Manuelles Beschreiben der Filterkoeffizienten
(2)	Notch(2)	1. filter=notch, 2. filter=OFF	Auswahl eines Notchfilters mit der Sperrfrequenz aus **P 0325(0)** und der Bandbreite aus **P 0325(1)**.
(3)	NOTCH_NOTCH(3)	1. filter=notch, 2. filter=notch	Auswahl eines Notchfilters mit der Sperrfrequenz aus **P 0325(0)** und Bandbreite aus **P 0325(1)** in Reihe mit einem Notchfilter mit der Sperrfrequenz aus **P 0325(2)** und Bandbreite aus **P 0325(3)**
(4)	NOTCH_PT1(4)	1. filter=notch, 2. filter=PT1	NOTCH_PT1(4) und NOTCH_PT2(5): Ein Notchfilter mit der Sperrfrequenz in **P 0325(0)** und Bandbreite in **P 0325(1)** in Reihe mit einem Tiefpassfilter mit der Grenzfrequenz in **P 0325(2)**. PT1(6), PT2(7), PT3(8), PT4(9): Ein Tiefpassfilter mit der Grenzfrequenz in **P 0325(2)** Bei kleineren Frequenzen ist von der Verwendung von Filtern höherer Ordnung (PT3, PT4) abzusehen.
(5)	NOTCH_PT2(5)	1. filter=notch, 2. filter=PT2	
(6)	PT1(6)	1. filter=OFF, 2. filter=PT1	
(7)	PT2(7)	1. filter=OFF, 2. filter=PT2	
(8)	PT3(8)	1. filter=OFF, 2. filter=PT3	
(9)	PT4(9)	1. filter=OFF, 2. filter=PT4	
P 0327	CON_SCON_FilterPara	Coefficients of digital filter	Koeffizienten des Digitalfilters
(0)		a0*x(k)	
(1)	USER	a1*x(k-1)	
(2)	USER	a2*x(k-2)	
(3)	USER	a3*x(k-3)	
(4)	USER	a4*x(k-4)	
(5)	USER	b1*y(k-1	
(6)	USER	b2*y(k-2)	
(7)	USER	b3*y(k-3)	
(8)	USER	b4*y(k-4)	

Abbildung 57.1 Frequenzgänge von PT1, PT2, PT3, PT4 Filter

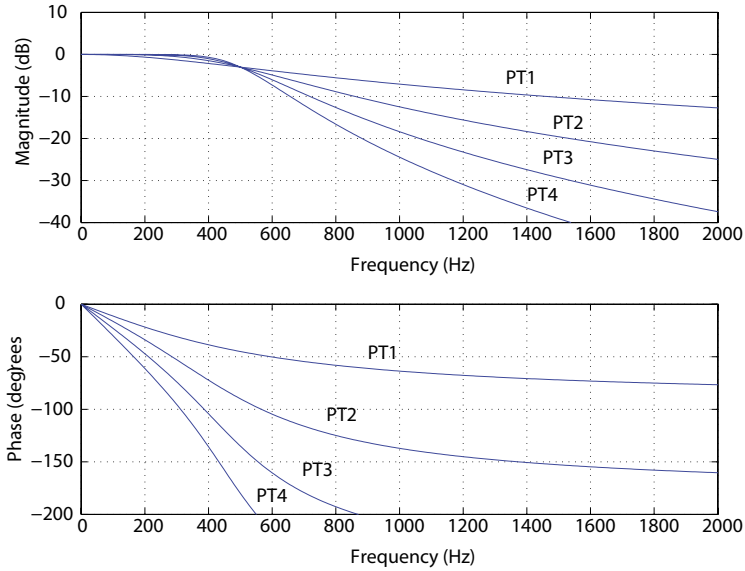
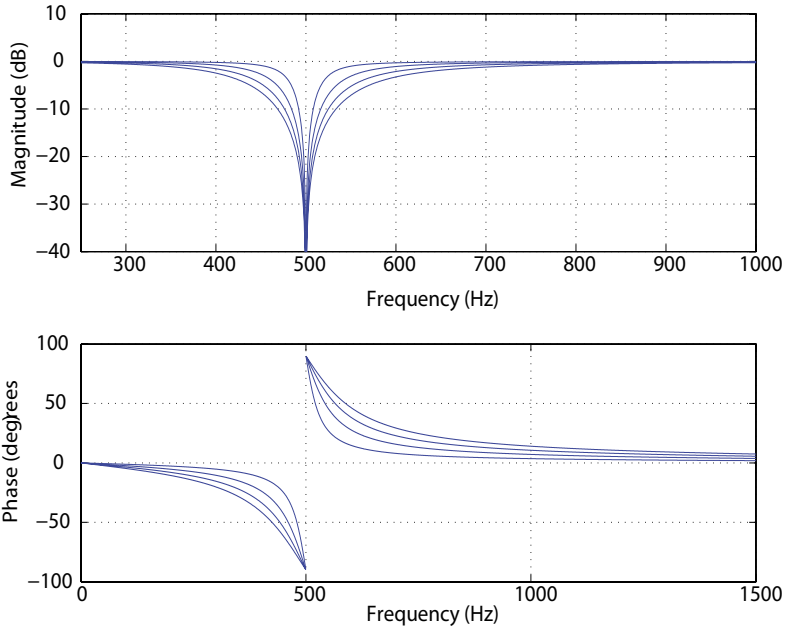


Abbildung 57.2 Notch-Filter: Sperrfrequenz 500 Hz, und Bandbreiten 25, 50, 75 und 100 Hz



Zu beachten ist, dass durch die Filter nicht nur der Betrag, sondern auch die Phase des Frequenzganges beeinflusst wird. Bei kleineren Frequenzen ist von Filtern höherer Ordnung (PT3, PT4) abzusehen, da die Phase innerhalb der Regelbandbreite negativ beeinflusst wird.

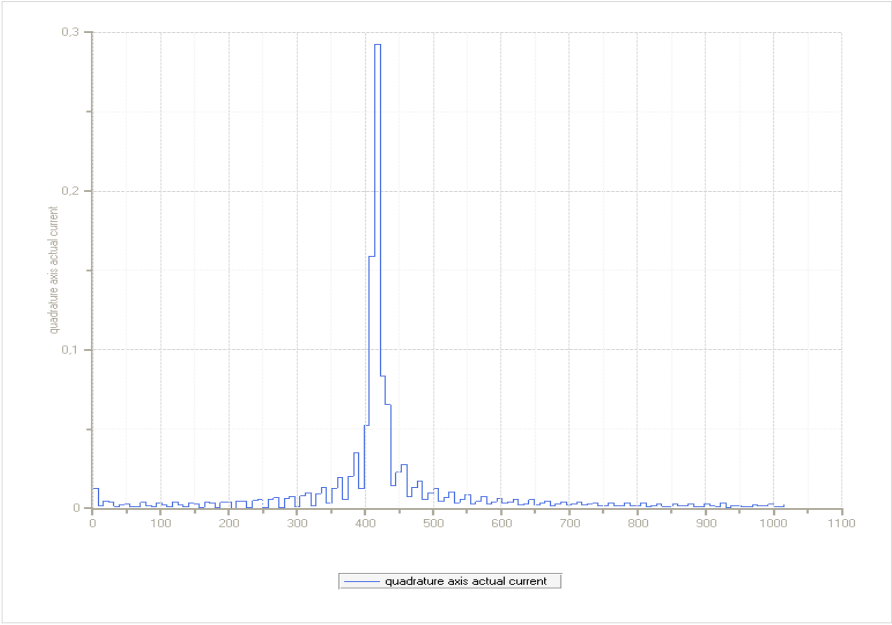
HINWEIS:
Die Koeffizienten können über den Parameter **P 0327 CON_SCON_FilterPara** auch direkt vorgegeben werden. Sie wirken sich unmittelbar aus, so dass eine Veränderung nur bei ausgeschalteter Regelung empfohlen wird.

Vorgehensweise:

- **Scopeeinstellung:**
  isq (ungefilterter, drehmomentbildender Strom)
  kürzeste Abtastzeit einstellen
  Scopeaufnahme ohne Notchfilterung erstellen
- Icon **"Mathematische Funktionen" > FFT** (Fourieranalyse) wählen, im folgenden Popup-Fenster isq auswählen. Störfrequenz wird angezeigt.
- **Select filter:** Filter auswählen
- **center/cutoff:** Störfrequenz eintragen
- **width:** Die Bandbreite der Störfrequenz eintragen; Die Breite hat bei PTs Filtern keine Auswirkung
- **Scopeaufnahme** mit Notchfilterung erstellen

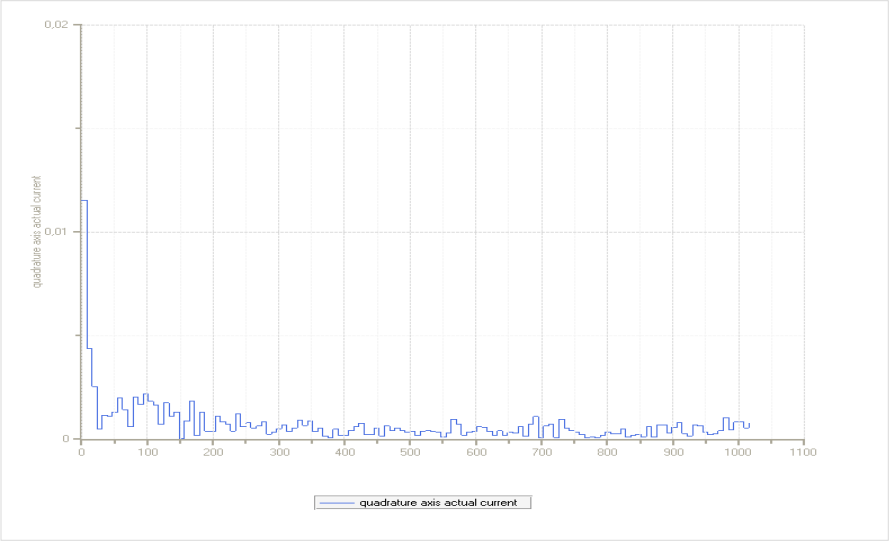
HINWEIS:
Eine größere Bandbreite führt aufgrund der Filterstruktur zu einer geringereren Bedämpfung der Grenzfrequenz.

Abbildung 58.1 Schwingung einer bestromten Motorwelle im Stillstand ohne Filter



Ausblenden der Schwingung durch einen Notchfilter:

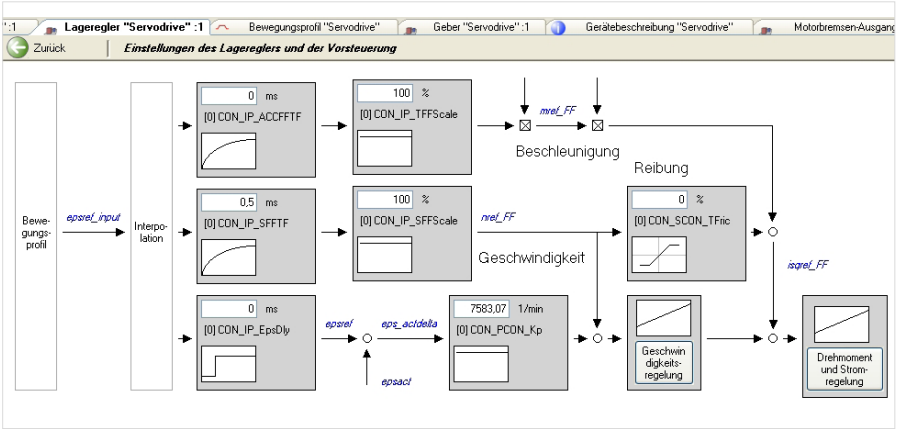
Abbildung 59.1 Bestromte Motorwelle im Stillstand mit aktiviertem Notch-Filter (Breite f = 40 Hz, Mittenfrequenz f = 420 Hz)



4.4 Lageregelung

Je größer die Dynamik des Geschwindigkeitsreglers ist, desto dynamischer kann der Lageregler eingestellt und der Schleppfehler minimiert werden. Um die Dynamik und Performance des Lagereglers zu erhöhen, stehen zur Optimierung der Vorsteuerung von Drehzahl und Beschleunigung die in der unteren Maske angegebenen Parameter zur Verfügung.

Abbildung 59.2 Einstellmaske des Lagereglers

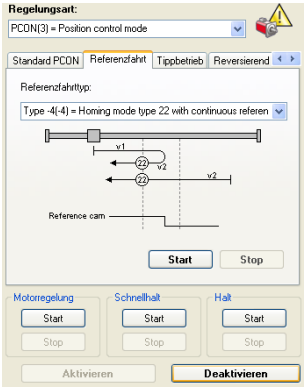


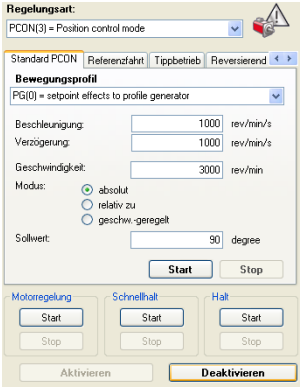
HINWEIS:
Mit der Einstellung der Steifigkeit wird auch die Vorsteuerung angepasst.

Optimierung des Lagereglers:
Die Sollwerte für die notwendigen Sollwertsprünge für die Regleroptimierung lassen sich auf einfache Weise über eine Sollwerttabelle oder das Steuernfenster vorgeben (siehe auch Kapitel Motion profile).

Sollwert über das Handbetriebsfenster

Abbildung 60.1 Einstellung für Steuernfenster und Scope bei Lagereglerоptimierung

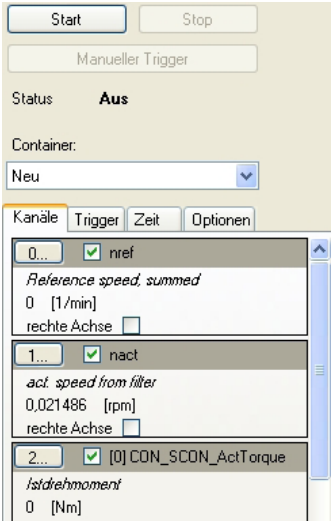




- Reglungsart „PCON“
- Referenzfahrt Type 1 wählen.
  Typ -1 setzt die aktuelle Position als Null-Position.
- Die Endstufe starten über „START“ (motion control)
- Homingmode starten, stoppen

- Standard mode anwählen
- Rampen einstellen
- Positionssollwert vorgeben
- Scopefunktion aktivieren (siehe Scopemaske)
- Bewegung starten

Abbildung 61.1 Oszilloskop- und Lageregelungeinstellung



Scope öffnen:
Einstellung:
Channel:
CH 0 = Drehzahlsollwert
(6 nref)
CH 1 = Drehzahlistwert
(13 nact)
CH 2 = Schleppfehler in User-Einheiten (279 UsrPosDiff)

Trigger:
Triggersignal: Drehzahlsollwert (6 nref)
Mode: steigende Flanke
Level: 30 U/min
Pretrigger: 10 %

Time:
Samplingtime: = Basetime
(6,25E-0,5 s)
Recordingtime = 1,0 s

Die Lagereglerverstärkung:
Mit dem Einlesen eines Standard-Motordatensatzes wird auch die Lagereglerverstärkung übernommen. Die Einstellung hat den Anspruch eines Reglers mit mittlerer Steifigkeit.

HINWEIS:
In der Standardeinstellung ist kein Verschliff eingestellt!

Abbildung 62.1 Lageverstärkung nach dem Einlesen eines Standardmotordatensatzes

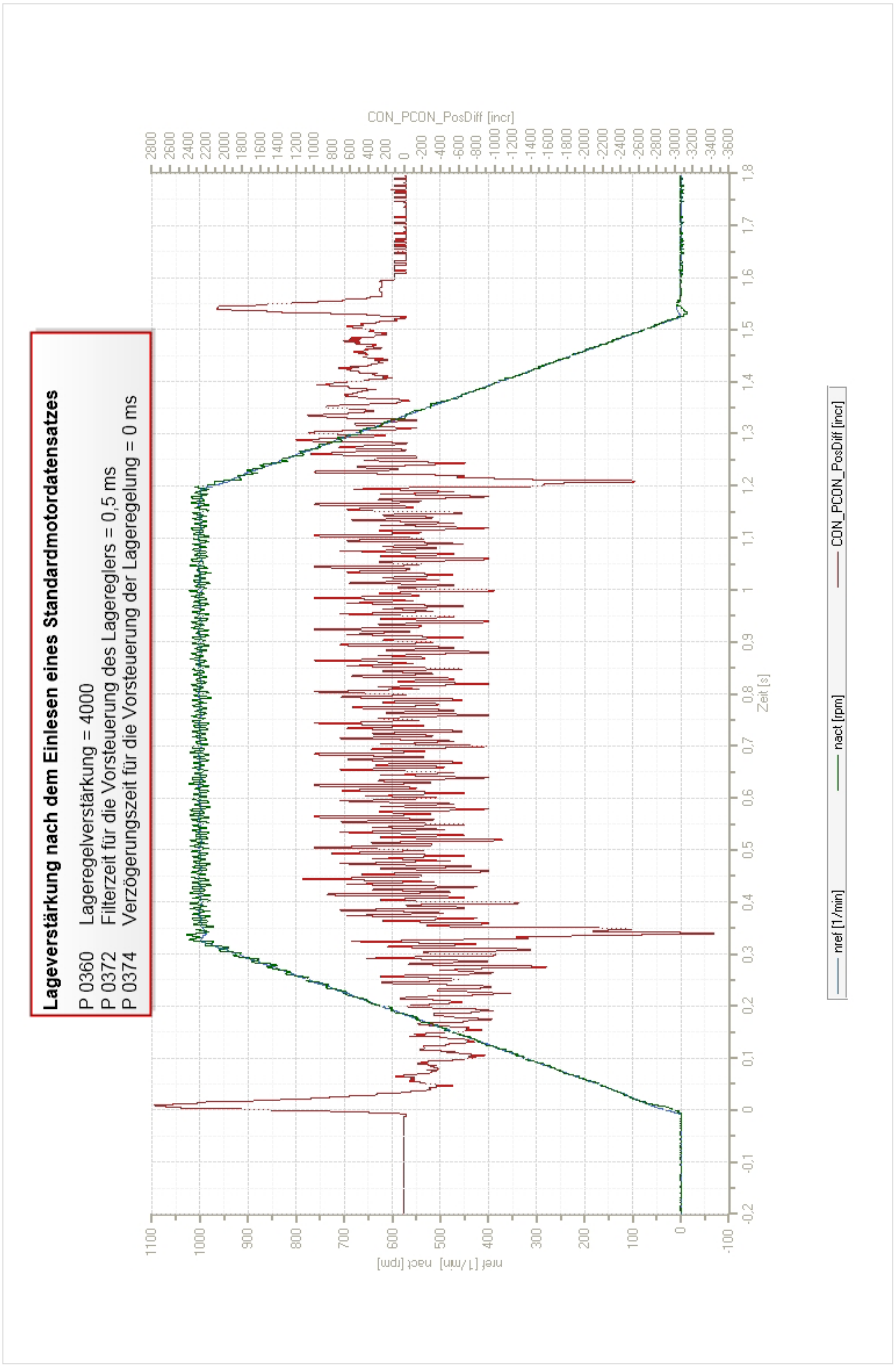
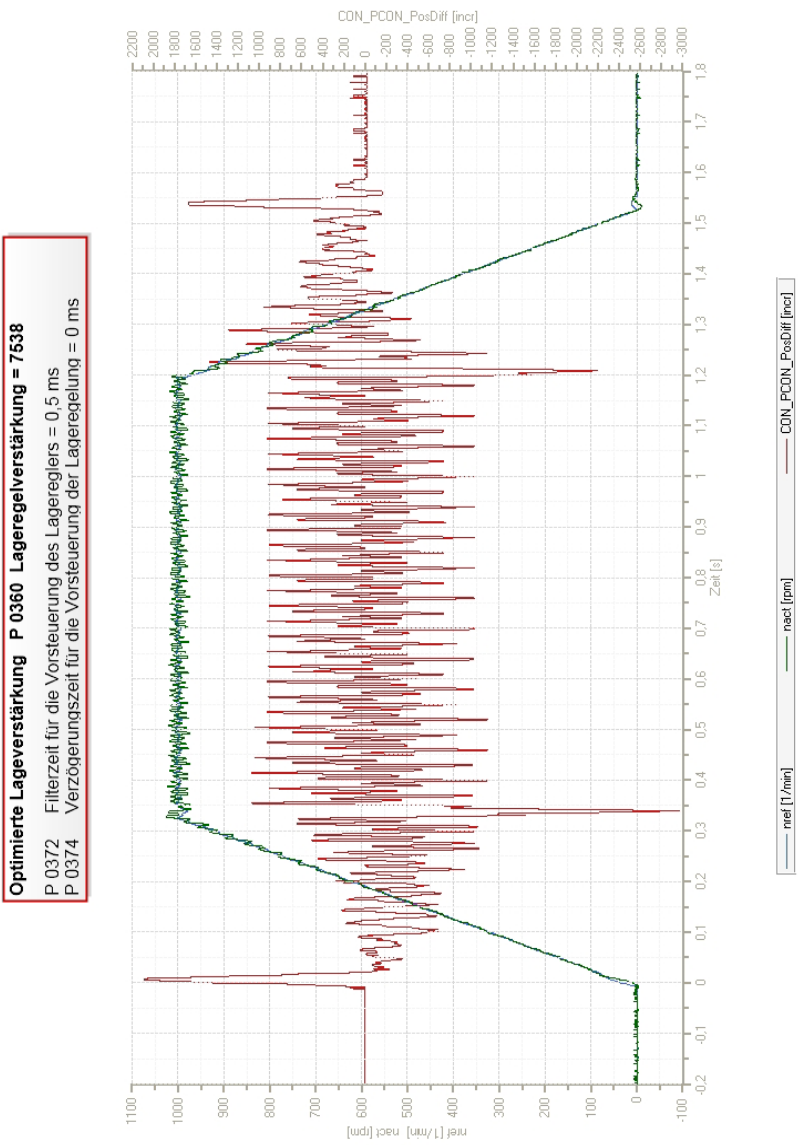

Lageverstärkung nach dem Einlesen eines Standardmotordatensatzes
P 0360 Lageregelverstärkung = 4000
P 0372 Filterzeit für die Vorsteuerung des Lagereglers = 0,5 ms
P 0374 Verzögerungszeit für die Vorsteuerung der Lageregelung = 0 ms
CON_PCON_PosDiff [incr]
nref [1/min] nact [rpm]
Zeit [s]
nref [1/min]
nact [rpm]
CON_PCON_PosDiff [incr]

Abbildung 63.1 Optimierte Lageverstärkung: KP Lage von 4000 auf 7538


Optimierte Lageverstärkung P 0360 Lageregelverstärkung = 7538
P 0372 Filterzeit für die Vorsteuerung des Lagereglers = 0,5 ms
P 0374 Verzögerungszeit für die Vorsteuerung der Lageregelung = 0 ms
CON_PCON_PosDiff [incr]
nref [1/min] nact [rpm]
Zeit [s]
nref [1/min]
nact [rpm]
CON_PCON_PosDiff [incr]

Vorsteuerung von Drehzahl, Drehmoment/Kraft
Durch die Vorsteuerung des Beschleunigungsmoments wird der Geschwindigkeitsregler entlastet und das Führungsverhalten des Antriebs optimiert. Um das Beschleunigungsmoment vorsteuern zu können, muss die auf die Motorwelle reduzierte Massenträgheit bekannt sein.

Besitzt der Parameter für die Gesamtmassenträgheit des Systems **P 1516** einen Wert ungleich 0, so wird dieser Wert automatisch für die Vorsteuerung des Beschleunigungsmoments verwendet.

Die Vorsteuerung des Drehzahlsollwertes ist über den Parameter **P 0375 CON_IP_SFF_Scale** standardmäßig auf 100 % eingestellt. Dieser Wert sollte nicht verändert werden.

Eine Optimierung der Vorsteuerung des Beschleunigungsmoments kann mit **0376 CON_IP_TFF_Scale** durchgeführt werden. Das Verkleinern dieses Wertes führt zu einer Verkleinerung des Vorsteuerwertes analog dazu führt eine Vergrößerung des Wertes zu einer Vergrößerung des Vorsteuerwertes.

Der Positionsschleppfehler kann weiter reduziert werden, indem die Vorsteuerung von Drehmoment und Drehzahl prädiktiv, d.h. voreilend gegenüber der Lagesollwertvorgabe, erfolgt. Aufgrund der zeitdiskreten Arbeitsweise der Regelkreise und der begrenzten Dynamik des Stromregelkreises, ist diese Prädiktion notwendig, damit die einzelnen Regelkreise nicht gegeneinander schwingen. Die Prädiktion in der Vorsteuerung wird dadurch erreicht, dass die Sollwerte für den Drehzahl- und Lageregler verzögert werden.

Tabelle 64.1 Parameter der Vorsteuerung:

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DMS	Funktion
P 0360	CON_PCON_KP	Position control gain	Verstärkung des Lagereglers
P 0372	CON_IP_SFFTF	Speed feedforward filter time for position control	Filterzeit für Vorsteuerung des Lagereglers
P 0374	CON_IP_EpsDly	Position delay time	Verzögerungszeit für Vorsteuerung der Lageregelung
P 0375	CON_IP_SFFScale	Speed feedforward scaling factor	Skalierungsfaktor der Vorsteuerung der Geschwindigkeitsregelung
P 0376	CON_IP_TFFScale	Torque/Force feedforward scaling factor	Skalierungsfaktor der Vorsteuerung bei Drehmomentregelung
P 0378	CON_IP_ACC_FFTF	Acceleration feed forward filter time	Filterzeit für die Vorsteuerung der Beschleunigung
P 0386	CON_SCON_TFric	Friction compensation scaling factor	Skalierungsfaktor für Reibungskompensation
P 1516	SCD_Jsum	Total inertia of motor and plant	Massenträgheit Motor plus an der Motorwelle wirkendes Lastträgheitsmoment

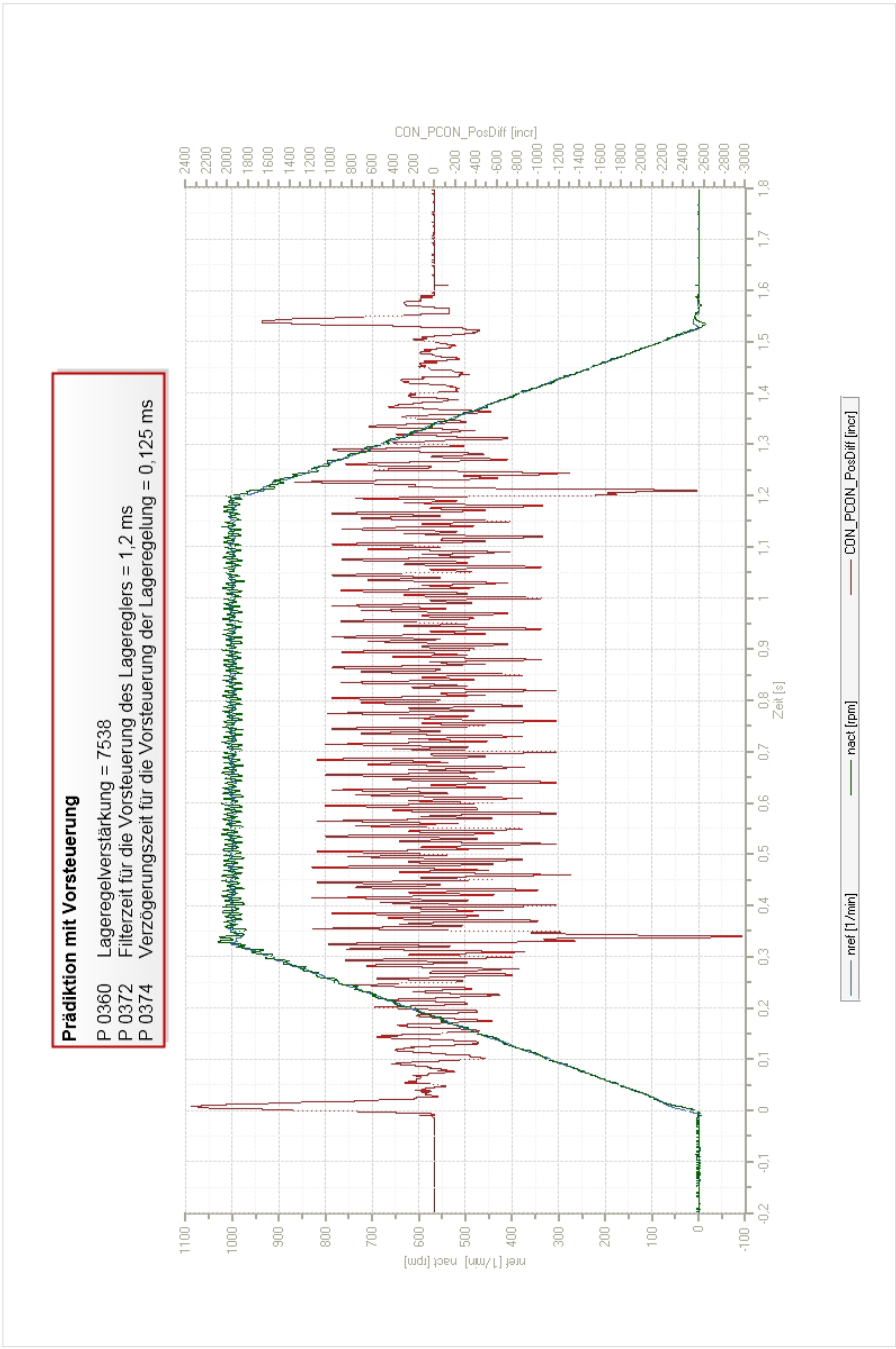
Achtung!
Bei Verwendung der linearen Interpolation ist die Vorsteuerung inaktiv.

HINWEIS:
Das Gesamtmassenträgheitsmoment in P 1516 darf für die Optimierung der Vorsteuerung nicht verändert werden, da es sich auch auf andere Einstellungen im Regler auswirkt!

Achtung!
In Multiachsanwendungen, in denen die präzise räumliche Koordination der Achsen untereinander wichtig ist, wie z.B. bei Werkzeugmaschinen, muss die Verzögerung des Positionssignals über den Parameter **P 0374-IP_EpsDly** in allen Achsen gleich eingestellt sein. Andernfalls leidet die Synchronisation der Achsen, was zu Bahnfehlern im Raum führt.

Der Wert in **P 0372 CON_IP_SFFFT** für das PT1-Filter zur Verzögerung des Vorsteuerwertes für die Drehzahl sollte etwas größer gewählt werden als der für das Drehzahlistwertfilter **P 0351 CON SCALC_TF**.
Sinnvolle Werte für gleitende Mittelwertfilter zur Verzögerung des Lagesollwertes liegen zwischen 0,0625 ms und 1,5 ms.

Abbildung 66.1 Prädiktion mit Vorsteuerung


Prädiktion mit Vorsteuerung
P 0360 Lageregelverstärkung = 7538
P 0372 Filterzeit für die Vorsteuerung des Lagereglers = 1,2 ms
P 0374 Verzögerungszeit für die Vorsteuerung der Lageregelung = 0,125 ms
CON_PCON_PosDiff [incr]
nref [1/min] nact [rpm]
Zeit [s]
nref [1/min]
nact [rpm]
CON_PCON_PosDiff [incr]

Reibmoment

Bei größeren Reibmomenten empfiehlt es sich, diese zu kompensieren, um den Schleppfehler bei Drehzahlumkehr der Achse zu minimieren. Der Antriebsregler ermöglicht eine Kompensation von coulombschen Reibanteilen mittels einer Signum-Funktion in Abhängigkeit der Solldrehzahl „**nref_FF**“. Die anderen (z. B. viskosen) Reibanteile kann der Geschwindigkeitsregler aufgrund ihrer geringen Änderungsdynamik kompensieren. Die Kompensation kann schrittweise als prozentualer Wert des Motornenndrehmomentes mittels **P 386 CON_SCON_TFric** erfolgen.

Die nachfolgende Darstellung zeigt eine gute Übereinstimmung zwischen dem Drehmomentsollwert der Vorsteuerung und dem Drehmomentistwert.

Abbildung 67.1 Darstellung von Drehmomentsollwert der Vorsteuerung und dem Drehmomentistwert

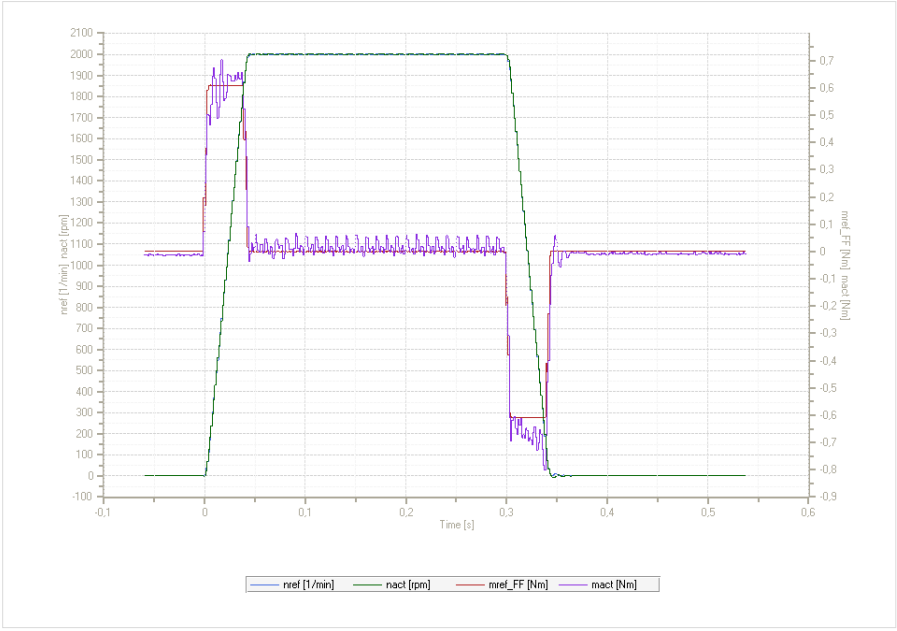
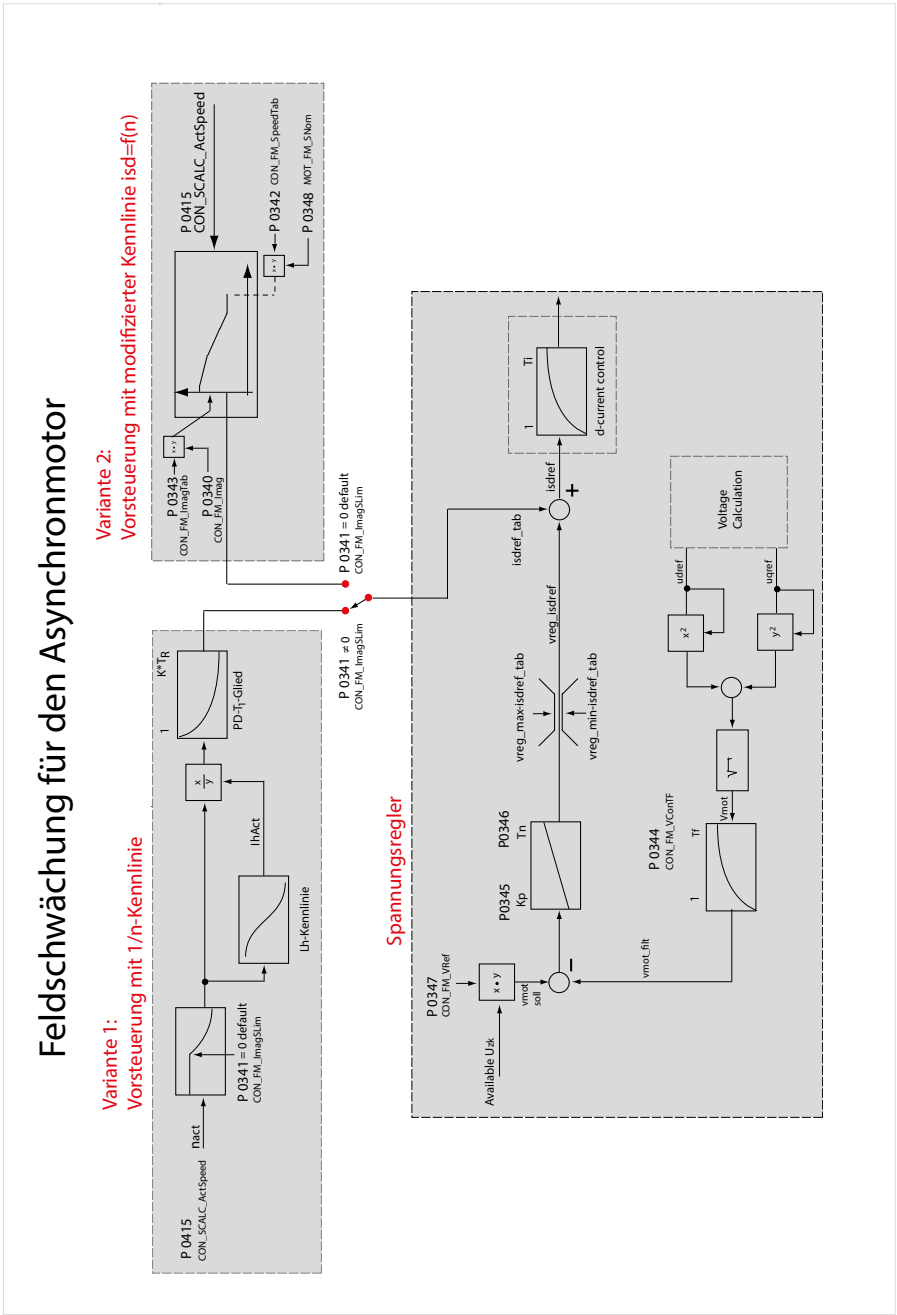


Tabelle 68.1

P-Nr.	Wert	Funktion
P 0351	1,2 ms	Filterzeit Geschwindigkeitsregler
P 0360	30000	Lagereglerverstärkung
P 0372	1,2 ms	Filterzeit für Vorsteuerung des Lagereglers
P 0374	0,125 ms	Verzögerungszeit für Vorsteuerung der Lageregelung
P 0375	100 %	Skalierungsfaktor der Vorsteuerung der Geschwindigkeitsregelung
P 0376	100 %	Skalierungsfaktor der Vorsteuerung bei Drehmomentregelung
P 0386	6 %	Kompensation der Reibmomente
P 1516	0,00014 kgm2	Massenträgheit

4.5 Feldschwächung Asynchronmotor

Für die Feldschwächung von Asynchronmotoren müssen die Motorparameter sehr genau bekannt sein. Insbesondere gilt dies für die Abhängigkeit der Hauptinduktivität vom Magnetisierungsstrom.
Für den Feldschwächbetrieb sollte eine Motoridentifikation unbedingt durchgeführt werden.
Dabei werden mit Hilfe der Motornenndaten und der Vorgabe des Magnetisierungsstromes in **P340 CON_FM_Imag**, Defaultwerte für die Regelkreise und der „magnetische Arbeitspunkt" eingestellt. Für den Betrieb in Feldschwächung stehen zwei unterschiedliche Varianten zur Verfügung.


Feldschwächung für den Asynchronmotor
Variante 1:
Vorsteuerung mit 1/n-Kennlinie
Variante 2:
Vorsteuerung mit modifizierter Kennlinie isd=f(n)
Spannungsregler
P 0415
CON_SCALC_ActSpeed
nact
P 0341 = 0 default
CON_FM_ImagSLim
Ih-Kennlinie
IhAct
PD-T1-Glied
K*TR
1
P 0343
CON_FM_ImagTab
P 0340
CON_FM_Imag
P 0342 CON_FM_SpeedTab
P 0348 MOT_FM_SNom
P 0341 ≠ 0
CON_FM_ImagSLim
P 0341 = 0 default
CON_FM_ImagSLim
P 0347
CON_FM_VRef
Available Udk
x • y
vmot soll
P0345
Kp
P0346
Tn
vreg_max-isdref_tab
vreg_min-isdref_tab
vreg_isdref
isdref_tab
isdref
d-current control
Ti
P 0344
CON_FM_VConTF
Tf
vmot_filt
vmot
udref
uqref
x²
y²
Voltage
Calculation

Variante 1 (empfohlene Einstellung):
Kombination „**Vorsteuerung über 1/n Kennlinie“ + Spannungsregler**. Der Spannungsregler wird durch die Motoridentifikation so eingestellt, dass der Spannungsbedarf im Feldschwächbereich ausreichend ist. Befindet sich der Antriebsregler an der Spannungsgrenze, so reduziert er den d-Strom und damit den Rotorfluss.
Da der Regler nur begrenzt dynamisch ist und bei der Einstellung von größeren Verstärkungen zu schwingen beginnt, gibt es eine zweite Variante.

Variante 2:
Kombination „**Vorsteuerung mit modifizierter 1/n-Kennlinie (isd=f(n)“ + Spannungsregler**.
Diese Kennlinie beschreibt den Magnetisierungsstrom in Prozent vom Nennwert von
P 0340 CON_FM_Imag in Abhängigkeit von der Drehzahl.
Die Auswahl zwischen der modifizierten 1/n-Kennlinie oder der statischen Kennlinie erfolgt anhand des Parameters **P 0341 CON_FM_ImagSLim.**
P 0341 ≠ 0 bedeutet Auswahl der 1/n-Kennlinie (Default)
P 0341 = 0 bedeutet Auswahl der modifizierten 1/n Kennline isd = f(n).
Nach einer Motoridentifikation ist der Spannungsregler immer aktiviert, da die Reglerparameter voreingestellt werden (Mit **P 0345 = 0** ist der Spannungsregler deaktiviert).

Parametrierung der Variante 2
Einstellung des d-Stroms in Abhängigkeit der Drehzahl. Die Drehzahl wird relativ zur Bemessungsdrehzahl in **P0458 MOT_SNom**, der d-Strom relativ zum Magnetisierungsstrom im Parameter **P 0340 CON_FM_Imag** vorgegeben. Bis zur Feldschwächdrehzahl wird ein konstanter Magnetisierungsstrom eingeprägt **P 0340**.

Vorgehensweise:

- **P 0341 = 0** (Anwahl modifizierte Kennlinie) + Spannungsregler
- Gewünschte Drehzahlen langsam anfahren
- Scope einstellen: Isdref /
- SQRT2*Imag = %-Wert der Drehzahl
  Der maximale Betrag des „feldbildenden“ d-Stromes wird durch den Parameter **P 0340 CON_FM_Imag** (Angabe des Effektivwertes) festgelegt.
- Werte in die Tabelle eintragen **P 0342**

Tabelle 70.1 Beispiel:

Index (0-7)	P 0348 Nenndrehzahl P 0340 I_{mag}eff	P 0342 (0-7) Feldschwächdrehzahl in [%]	P 0343 (0-7) Magnetisierungsstrom im Feldschwächbetrieb in [%]
(0)	n_{nenn} = 1800 rpm I_{mag} eff = 100 %	100	100
(1)		110	100
(2)		120	100
(3)		130	100
(4)		140	90
(5)		150	70
(6)		160	55
(7)		170	0

Tabelle 71.1

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM5	Funktion
P 0340	CON_FM_Imag	Magnetization current (r.m.s)	Effektivwert des Bemessungsstroms für die Magnetisierung
P 0341	CON_FM_ImagSLim	Only valid for ASM	Einsatzpunkt der Feldschwächung (in % von **P 0348 MOT_ SNom**). Damit erfolgt die Umschaltung auf die 1/n- Kennlinie (**P 0341 ≠ 0**). Für **P 0341 = 0** arbeitet die Feldschwächung über die modifizierte Kennlinie isd = f(n). Für eine Synchronmaschine ist dieser Wert auf 0 zu setzen.
P 0342	CON_FM_SpeedTab	Speed values for mag. current scaling	Drehzahlwerte skaliert in % von **P 0458** n_{nenn} für das Füllen der modifizierten Tabelle
P 0343	CON_FM_ImagTab	Mag. current scaling vs. speed	d-Strom skaliert in % von **P 0340** I_{mag} eff. für das Füllen der modifizierten Tabelle

Parameter des Spannungsreglers
Der Spannungsregler ist der ausgewählten Kennlinie überlagert. Beim Einsatz des Spannungsreglers wird ein Teil der verfügbaren Spannung als Regelreserve verwendet. Je dynamischer der Betrieb, um so mehr Regelreserve wird benötigt. In diesem Fall kann es sein, dass die Spannung für den Nennbetrieb nicht ausreicht und darüber hinaus der Regler zu schwingen beginnt.

Der PI-Spannungsregler kann durch Anpassung von P-Verstärkung **P 0345**, Nachstellzeit **P 0346** und Filterzeitkonstante für die zurückgeführte Motorspannung **P 0344** optimiert werden. Über den Parameter **P 0347** wird der Spannungssollwert vorgegeben, wobei die Schwelle bei steigenden dynamischen Anforderungen verringert werden muss, da hiermit eine Art Spannungsreserve für dynamische Regelvorgänge vorgehalten wird.

Eine bestimmte Spannungsreserve ist für einen stabilen Betrieb notwendig. Diese wird über den Parameter **P347 CON_FM_VRef** (< 100 %) vorgegeben. Der Wert sollte bei hohen Anforderungen an die Dynamik großzügig bemessen sein (<= 90 %). Bei weniger dynamischem Verhalten kann das maximal erreichbare Drehmoment durch größere Werte (> 90 %) optimiert werden.

HINWEIS:
Ist die Regelreserve zu klein, schaltet der Umrichter typischerweise mit Überstrom ab.

Tabelle 72.1 Parameter

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DMS	Funktion
P 0344	CON_FM_VConTF	Voltage control filter time constant	Zeitkonstante des Istwertfilters vom Spannungsregler
P 0345	CON_FM_VConKp	Voltage control gain	Verstärkungsfaktor Kp des Spannungsreglers
P 0346	CON_FM_VConTn	Voltage control integration time constant	Nachstellzeit Tn des Spannungsreglers
P 0347	CON_FM_VRef	Voltage control reference (scaling of max. voltage)	Sollwert des Spannungsreglers (in % der aktuellen Zwischenkreisspannung) Wird der Wert 0 % einsgestellt ist der Regler nicht aktiv.
P 0458	MOT_SNom	Motor rated speed	Bemessungsdrehzahl des Motors

Tabelle 72.2 Defaultwerte:

P 0344	CON_M_VConTf	10 ms
P 0345	CON_FM_VConKp	0,1 A/V
P 0346	CON_FM_VCon_Tn	100 ms
P 0347	CON_FN_VRef	90 %

4.6 Feldschwächung Synchronmotor

Auch Synchronmotoren können bei Bemessungsspannung oberhalb ihrer Bemessungsdrehzahl betrieben werden, in dem ihr Spannungsbedarf durch das Einprägen einer Stromkomponente vermindert wird.

Folgende Randbedingungen sind zu beachten:

1. Um den Spannungsbedarf wirkungsvoll reduzieren zu können, muss das Verhältnis von **P 0471 Statorinduktivität** multipliziert mit **P 457 Bemessungsstrom** gegenüber dem **P 0462 Rotorfluss** groß genug sein.

Gleichung 73.1 Bedingung:

$$\underbrace{C_{Nom} * L_{sig}}_{P\,0457 * P\,0471} > \underbrace{\text{Faktor} * \text{Fluß}_{Nom}}_{\text{Faktor} * P\,0462}$$

Empfehlung: Faktor > 0,2

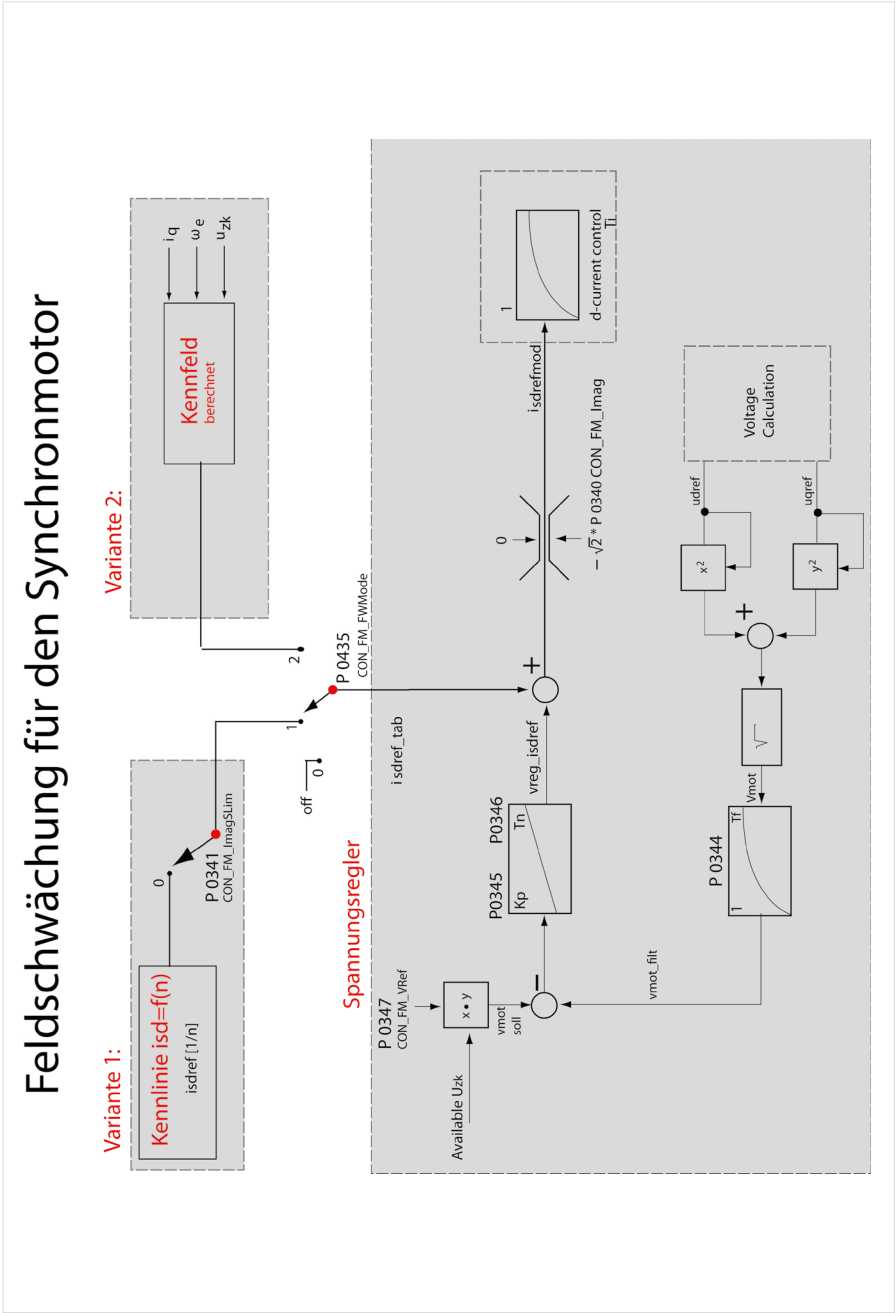
Achtung!
Ist die durch die Feldschwächung erreichte Drehzahl so hoch, dass die induzierte Spannung oberhalb der Überspannungsschwelle des Gerätes liegt **(bei 400 V-Geräten ca. 800 V, bei 230 V-Geräten ca. 400 V)**, so führt dies ohne zusätzliche externe Schutzmaßnahmen zur ZERSTÖRUNG des Servoreglers.

Gleichung 73.2 Bedingung:

$$\underset{P\,0462}{\textbf{Rotorfluß}} * \left(\frac{\textbf{max. Drehzahl (in rad/s)}}{P\,458 * P\,0328 * \frac{2\Pi}{60}} \right) * \underset{P\,0463}{\text{Polpaarzahl}} * \sqrt{3} < \begin{matrix} 800\ V\ (400\ V\ device) \\ 400\ V\ (230\ V\ device) \end{matrix}$$

2. Im Gegensatz zur Feldschwächung bei Asynchronmotoren ist bei Synchronmotoren auch im „Feldschwächbereich" der Betrieb mit vollem Bemessungsdrehmoment beim Nennwert des q-Stroms möglich. Der Maschine kann also in der Feldschwächung auch bei Bemessungsstrom eine Leistung entnommen werden, die oberhalb der Nennleistung liegt. Dies ist bei der Motorauslegung zu berücksichtigen.

Abbildung 74.1 Bildschwächung Synchronmaschine



Für die Feldschwächung von Synchronmotoren gibt es auch zwei Varianten. Die Auswahl der Variante 1 oder 2 erfolgt über den Parameter **P0435 FWMode**.

Tabelle 75.1

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM5	Funktion
P 0435	CON_FM_FWMode	Fieldweakening mode for synchrounus motors	Auswahlmodus für die Feldschwächung bei Sychnronmotoren
(0)	None	Fieldweakening is disabled	Die Feldschwächung ist unabhängig von anderen Einstellungen ausgeschaltet.
(1)	Table	Isd set by PI Controller and table parameter	Die Feldschwächung erfolgt über eine Kennlinie, welche den d-Strom in Abhängigkeit von der Drehzahl isd = f(n) vorgibt (Parameter **P 0342** und **P 0343**).
(2)	Calc	Isd set by PI Controller and motor parameters	Die Feldschwächung erfolgt über ein Kennfeld, welches intern über die Motorparameter vorgegeben wird. Der d-Stromsollwert wird dann in Abhängigkeit von der Drehzahl UND vom angeforderten q-Strom berechnet: isd = f(n, isq_ref). Die Ungenauigkeiten bzgl. der Motorparameter, verfügbarer Spannung usw. können über die Scale-Parameter **P0436** kompensiert werden.

HINWEIS:
Bei Mode 1 und Mode 2 kann der Spannungsregler überlagert werden. Es ist ebenfalls möglich im Mode 1 die Kennlinie auszuschalten und ausschließlich mit Spannungsreglereingriff zu fahren.

Auswahl modifizierte 1/n-Kennlinie + Spannungsregler P 0435 = 1:

- Tabelle deaktivieren: **P 0341 = 0**
- **P 0435 CON_FM_FWMode** = (1) Table wählen
- Gewünschte Drehzahlen langsam anfahren
- Scope einstellen: Isdref/SQU2*Imag = % = Feldschwächdrehzahl. Der maximale Betrag des „feldschwächenden" d-Stromes wird durch den Parameter **P 0340 CON_FM_Imag** (Angabe des Effektivwertes) festgelegt.
- Werte in die Tabelle eintragen **P 0342**

Tabelle 75.2 Beispiel:

Index (0-7)	P 0348 Nenndrehzahl P 0340 I_{mag}eff	P 0342 (0-7) Feldschwächdrehzahl in [%]	P 0343 (0-7) Flussbildender Strom I_{sdref} mod im Feldschwächbetrieb in [%]
(0)	n_{nenn}= 1800 rpm I_{mag}eff = 100 %	100	0
(1)		110	55
(2)		120	70
(3)		130	90
(4)		140	100
(5)		150	100
(6)		160	100
(7)		170	100

Achtung!
Die Drehzahlen in **P 0342 CON_FM_SpeedTab** müssen von Index 0 -7 kontinuierlich größer werden. Ist keine hohe Regeldynamik gefordert, sollte die Tabelle und der Spannungsregler deaktiviert werden **(P 0345 = 0)**

Der Spannungsregler:
Bei schwingendem Spannungsregler muss die Verstärkung verringert werden. Treten während des Hochlaufs auf die Solldrehzahl im Feldschwächbereich deutliche Abweichungen zwischen q-Strom Soll- und Istwert auf, so kann sich der Antrieb in der Spannungsbegrenzung befinden. In diesem Fall sollte zunächst geprüft werden, ob der eingestellte Maximalwert **P 0340** bereits erreicht ist und dieser erhöht werden kann. Ist der Maximalwert noch nicht erreicht, so ist der Spannungsregler nicht dynamisch genug und die Verstärkung **P 0345** muss erhöht werden.

Ist kein geeigneter Kompromiss zu finden, so muss die Spannungsschwelle, ab der der Spannungsregler eingreift, durch den Skalierungsparameter **P 0347 CON_FM_VRef** verringert werden. Falls das Verhalten mit dem Spannungsregler unproblematisch ist und keine besonderen Anforderungen an die Dynamik gestellt werden, dann kann durch Setzen von **P 0347** auf Werte bis zu 98 % das verfügbare Drehmoment optimiert werden.

Auswahl „berechnetes Kennfeld“ + Spannungsregler P 0435 = 2:

Bei sehr schnellen Drehzahl- oder Laständerungen im Feldschwächbereich, wird die Einstellung
P 0435 CON_FM_FwMode = 2 gewählt.
Es wird intern ein Kennline für eine höhere Regeldynamik berechnet.

Eigenschaften dieser Methode:

- Es sind sehr schnelle Anpassungen mit hoher Dynamik möglich (gesteuertes Verfahren).
- Motorparameter müssen relativ genau bekannt sein.
- Schlecht eingestellte Tabelle kann zu Dauerschwingungen führen.

Beim Auftreten von Dauerschwingungen ist zunächst festzustellen, ob sich der Antrieb kurzzeitig in der Spannungsgrenze befindet. Dann reicht der eingestellte negative d-Stromwert nicht aus. In diesem Fall kann über den Skalierungsparameter **P 0436** erreicht werden, dass das Kennfeld bei größeren Drehzahlen ausgewertet wird **(P 0436 > 100 %)**.

Der Auswertung des Kennfelds ist der Spannungsregler überlagert. Für die Einstellung des Spannungsreglers kann genauso vorgegangen werden, wie oben für die Einstellung 1 beschrieben.

Die Einstellung der Kombination von Spannungsregler und Kennfeld bedeutet auf der einen Seite den größten Aufwand bei der Inbetriebnahme, es ist damit aber das beste stationäre Verhalten (größtes Drehmoment im Verhältnis zum Strom) und das beste dynamische Verhalten erreichbar.

Achtung!
Bei der Projektierung ist darauf zu achten, dass die Drehzahl **NIEMALS** den Wert von **P 0458 n_{max}** übersteigt. Die induzierte Leerlaufspannung erreicht in diesem Fall die Überspannungsgrenze.

4.7 Kommutierung

Für die feldorientierte Regelung von permanenterregten Synchronmaschinen mit einem rein inkrementellen Messsystem muss beim Start der Regelung einmalig die Kommutierungslage ermittelt werden (Abgleich der aktuellen Rotorlage zum Nullpunkt des Gebers [Encoderoffset]).

Dieser Vorgang erfolgt mit der Funktion „Autokommutierung" nach der ersten Freigabe der Regelung und nach erstmaligem Einschalten der Netzspannung. Sie kann bei der Inbetriebnahme auch durch Veränderung eines Parameters, der eine vollständige Reglerinitialisierung verursacht (z.B. Ändern der Parameter der Kommutierungsfindung, ändern der Regelungsart usw.), erzwungen werden.

Aufgrund unterschiedlicher Anforderungen aus den Anwendungen stehen verschiedene Kommutierungsmethoden zur Verfügung. Die Auswahl erfolgt über den Selektor **P 0390 CON_ICOM**.

Für Synchronmaschinen die über kein absolutes Messsystem verfügen, werden die beiden Verfahren **IENCC(1)** und **IECON(4)** empfohlen. Um die weitaus komplexere Kommutierung nach dem **LHMESS(2)** Verfahren zu nutzen, ist eine Absprache mit Harmonic Drive AG notwendig.

Tabelle 77.1 Auswahl der Kommutierungsart:

P.-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0390	CON_ICOM	Selection of commutationfind-ing-method	Auswahl der Kommutierungsverfahren
	OFF(0)	Function off	inaktiv
	IENCC(1)	Current injection	Kommutierungsfindung IENCC (1) mit Bewegung: Ein einfach zu parametrierendes Verfahren, bei dem der Rotor sich allerdings um bis zu einer halben Rotorumdrehung bzw. einer halben Polteilung (bei p = 1) bewegt.
	LHMESS(2)	Saturation of inductance evaluated	2. Kommutierungsfindung LHMES (2) bei gebremster Maschine: Die Maschine muss während der Kommutierungsfindung durch eine geeignete Bremse blockiert werden. Die auftretenden Drehmomente bzw. Kräfte können das Bemessungsdrehmoment bzw. die Bemessungskraft der Maschine erreichen.
	IECSC(3)	Not implemented	Nicht implementiert!
	IECON(4)	Current injection minimized movement	Kommutierungsfindung IECON (4) mit minimierter Bewegung: Auch hierbei muss sich der Rotor bewegen können. Allerdings kann durch eine geeignete Parametrierung die Rotorbewegung auf wenige Grad/mm reduziert werden
	HALLS(5)	Not implemented yet	Lag bei Redaktionsschluss noch nicht vor.

Das IENCC(1)-Verfahren (Bewegung der Welle erlaubt)
Bei IENCC richtet sich der Rotor/Läufer in die Richtung des eingeprägten Stroms und damit in eine definierte Lage aus. Die relativ große Bewegung (bis zu einer 1/2 Rotorumdrehung) muss dabei berücksichtigt werden.

In der Nähe von Endanschlägen oder Endschaltern ist dieses Verfahren nicht zu verwenden! Für den eingeprägten Strom empfiehlt sich der Bemessungsstrom Inenn. Die Einstellung der Zeit sollte so gewählt werden, dass der Rotor sich während der Messung in Ruhe befindet. Zur Kontrolle kann der Kommutierungsvorgang mit der Scope-Funktion des DriveManager aufgezeichnet werden.

Das IECON(4) Verfahren (Bewegung der Welle nicht erlaubt)
Die Bewegung der Motorwelle kann über einen Winkelregler minimiert werden. Dazu werden Struktur und Parameter des Geschwindigkeitsreglers verwendet. Die Verstärkung kann über den Parameter **P 0391 CON_ICOM_KpScale** skaliert werden. Voraussetzung ist also ein bereits eingestellter Drehzahlregelkreis.

- Eine Vergrößerung der Verstärkung bewirkt eine Verkleinerung der Bewegung.
- Eine zu große Verstärkung führt zu Oszillationen und Geräuschen. Bei beiden Verfahren (1) und (4) wird der flussbildende Strom „Isdref“ als Testsignal eingeprägt, dessen Verlauf der Abbildung entnommen werden kann. Die Abbildung beschreibt das Verfahren IECON(4).

Abbildung 78.1 Schema für die Verfahren IENCC(1) und IECON(4)

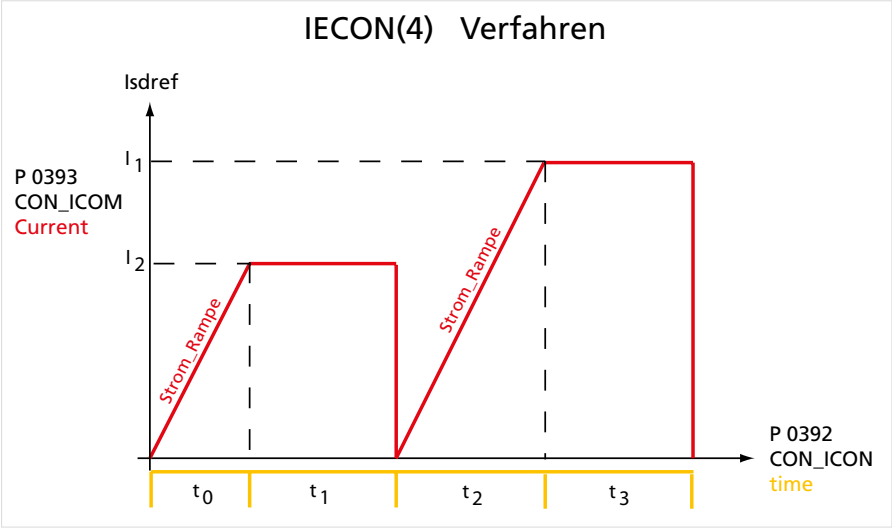


Tabelle 78.2 Parametereinstellung:

P.-Nr.	Einstellung	Funktion
P 0391	0-10000 %	Skalierung der Dynamik
P 0392	0-10000 ms	Messzeit
(0)	500 ms	Zeitdauer Rampe t[0]
(1)	500 ms	Zeit eingeprägter Strom t[1]
(2)	500 ms	Zeitdauer Rampe t[2]
(3)	500 ms	Zeit eingeprägter Strom t[3]
P 0393	Vorzugswert	
(0)	I[1]	Bemessungsstrom: I_{Nenn} Sprung 1
(1)	I[2]	Bemessungsstrom: I_{Nenn} Sprung 2

Bei Linearmotoren stellen sich die Werte für Zeit und Strom bei der Berechnung des Datensatzes automatisch ein.

HINWEIS:
- Ungeübte Anwender sollten immer als Stromstärke den Motor-Bemessungsstrom (Amplitudengröße) und eine Zeit von mindestens 4 s wählen.
- Der Motor wird sich ggf. bei der Kommutierungsfindung ruckartig bewegen. Die angekoppelte Mechanik muss dafür ausgelegt sein.
- Ist die Achse blockiert, d.h., der Rotor kann sich nicht frei ausrichten, arbeiten die Verfahren nicht richtig. Als Folge wird der Kommutierungswinkel falsch bestimmt und der Motor kann unkontrollierte Bewegungen ausführen.

Beschreibung des Verfahrens LHMES(2) bei gebremster Maschine:
Bei diesem Verfahren werden Sättigungseffekte in der Statorinduktivität ausgewertet. Hierzu werden zwei Testsignalsequenzen genutzt, wobei nach der ersten Sequenz die Lage der Rotorachse und nach der zweiten auch die Bewegungsrichtung bekannt ist.

Dieses Verfahren eignet sich zur Bestimmung der Rotorlage bei gebremsten Rotoren, Läufern oder Motoren mit einer relativ hohen Massenträgheit.

Voraussetzung:
Der Rotor muss festgebremst sein, so dass sich der Motor auch bei der Bestromung mit dem Bemessungsstrom nicht bewegen kann.
Der Stator der Maschine muss eisenbehaftet sein.

Tabelle 79.1 Parametrieren eines Testsignals (Beispiel):

Frequenz des Testsignals	f = 333 Hz	P 1506
Amplitude	1 A	P 1505
Anzahl der Perioden	50	P 1508
Gleichanteil	3,1 A	P 1503

Mit einer Testsignalfrequenz von 333 Hz, einer Amplitude in der Größenordnung von ¼ des Bemessungsstroms, der Auswertung von 50 Schwingungen und einem Gleichanteil in Höhe des Bemessungsstroms (3,1A), wird in den meisten Fällen ein gutes Ergebnis erzielt.

Achtung!
Parameter des Sachgebietes „Kommutierungsfindung" dürfen nur von qualifiziertem Personal geändert werden. Bei falscher Einstellung kann der Motor unkontrolliert anlaufen.

HINWEIS:
Es wird empfohlen, die Überwachung des Drehzahlschleppfehlers mit der Fehlerreaktion „Endstufe aus" zu parametrieren. Diese Überwachung verhindert ein Durchgehen des Motors zuverlässig.

4.8 Inbetriebnahme

4.8.1 Autotuning

Der Antriebsregler ist in der Lage, das auf die Motorwelle reduzierte Massenträgheitsmoment automatisch durch ein Testsignal zu ermitteln. Voraussetzung hierfür ist, dass das Massenträgheitsmoment während der Bewegung nicht bzw. nur wenig schwankt.
Das Trägheitsmoment wirkt sich folgendermaßen auf das Regelverhalten aus:

- Es wird bei der Berechnung der Geschwindigkeitsreglerverstärkung berücksichtigt.
- Bei der Vorsteuerung erfolgt die Umrechnung von Beschleunigung auf Kraft/Drehmoment bzw. q-Strom mit Hilfe des Trägheitsmomentes.
- Bei parametriertem Beobachter stellt es einen Modellparameter dar und die Berechnung der Beobachterverstärkungen erfolgt anhand des eingestellten Wertes.

Zur Ermittlung der Massenträgheit versetzt der Antriebsregler den angeschlossenen Motor samt Mechanik in eine Pendelbewegung und ermittelt aus dem Verhältnis von Beschleunigungsmoment und Geschwindigkeitsänderung die Massenträgheit des Gesamtsystems.

Nach dem Start der Regelung wird die Ermittlung der Massenträgheit durch das Setzen des Steuerwortes **P 1517 SCD_AT_JsumCon** auf den Wert Start(2) aktiviert. Der Antrieb führt eine kurze Pendelbewegung durch, indem er mehrmals mit dem parametrierten Drehmoment **P 1519 SCD_AT_SConHysTorq** auf die parametrierte Drehzahl **P 1518 SCD_AT_SConHysSpeed** beschleunigt. Sind Drehmoment und Drehzahl nicht parametriert worden (Einstellung Null), dann erfolgt der Vorgang mit Defaultwerten, die anhand der Bemessungsdrehzahl und des Nenndrehmomentes ermittelt werden.

Das ermittelte Massenträgheitsmoment des Gesamtsystems wird nach Beendigung des Testsignals berechnet und in den Parameter **P 1516 SCD_Jsum** eingetragen.

Tabelle 80.1 Parameter:

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Funktion
P 1515	SCD_ConDesign	Dynamik: Drehzahl, Lageregelung (Steifigkeit)	Steifigkeit der Mechanik
P 1516	SCD_Jsum	Total inertia of motor and plant	Massenträgheitsmoment (Motor u. Last)
P 1517	SCD_AT_JsumCon	Autotuning for Jsum Abschätzung, Steuerwort	Automatische Abschätzung der Massenträgheit, Steuerwort
P 1518	SCD_AT_SConHysSpeed	Autotuning Jsum, Drehzahlhysteresesteuerung	Drehmomentbegrenzung
P 1519	SCD_AT_SConHysTorq	Autotuning Jsum, Drehzahlhysteresesteuerung	Geschwindigkeitsbegrenzung

4.8.2 Testsignalgenerator (TG)

Mit dem TG steht eine Funktion für die Optimierung der Regelkreise über einen längeren Bewegungszeitraum mit einer Sollwertfolge zur Verfügung. Es können verschiedene Signalformen überlagert und damit verändert werden. Die Funktion ist unabhängig von der Reglungsart und wirkt unmittelbar auf die Regelung.
Stehen die Testsignalparameter auf Null, so werden die „reinen Signalformen" auf die Regler geschaltet .

Tabelle 80.2

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0400	CON_FM_AddIsdRef	Additional d-current	d-Strom Sollwert
P 0401	CON_SCON_AddTRef	Additional torque/force reference value	Drehmoment/Kraft Sollwert
P 0402	CON_SCON_AddSRef	Additional speed reference value, direct without ramp	Drehzahlsollwert ohne Rampen
P 0403	CON_IP_AddEpsRef	Additional position reference value	Positionssollwert
P 0404	CON_SCON_AddSRamp	Additional speed reference value, via ramp generator	Drehzahlsollwert mit Rampe

HINWEIS:
Bei additiven Sollwerten muss die Regelungsart beachtet werden.

Abbildung 81.1 Struktur des Testsignalgenerators

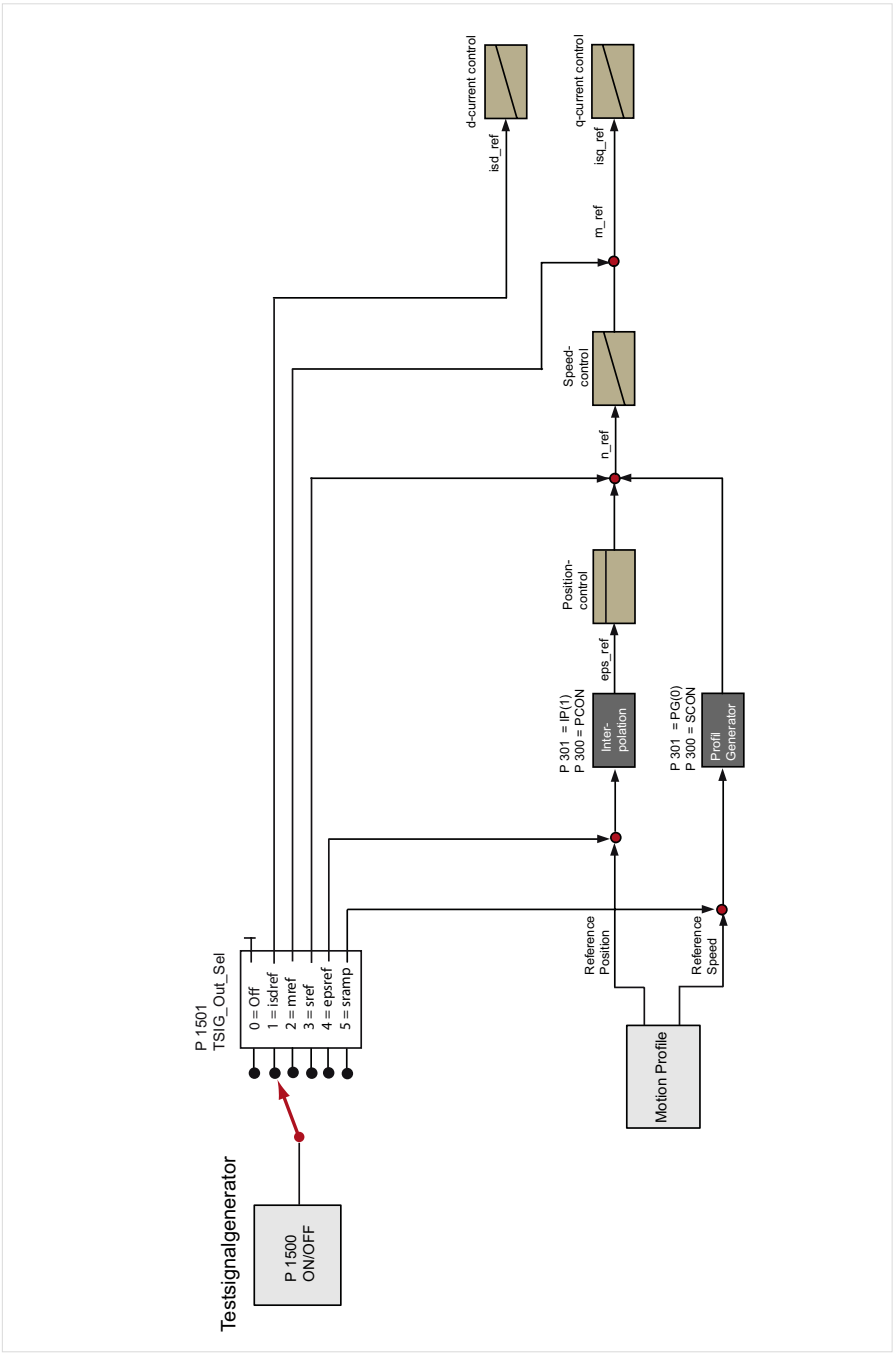
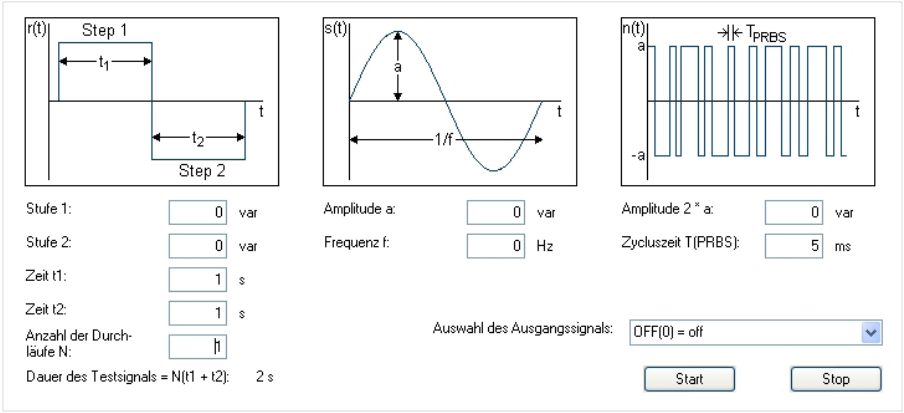


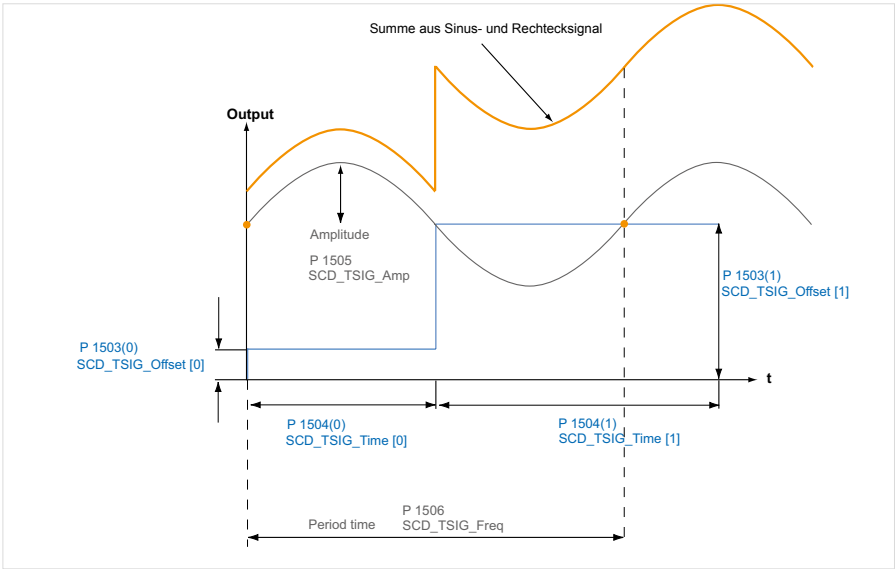
Abbildung 82.1 Maske für den Testsignalgenerator



Die Zeitdauer einer Testsignalsequenz ergibt sich aus den parametrierten Zeiten t1, t2 **P 1504 (0,1)**. Die Anzahl der Testzyklen **P 1502** für die Rechtecksignalfolge wird über **P 1502 „Number of cycles „Ncyc“** eingestellt:

- Rechteckfolge: Höhe des Signals wird über **P 1503(0,1) SCD_TSIG_Offset** und die Zeiten über **P 1504(0,1) SCD_TSIG_Time** eingestellt.
- Sinusgenerator mit Vorgabe von Amplitude **P 1505 SCD_TSIG_Amp** und Frequenz **P 1506 SCD_TSIG_Freq**
- Ein PRBS-Rauschsignal (Pseudo-Random-Binary-Sequenz) mit Vorgabe von Amplitude **P 1509 SCD_TSIG_ PRBSAmp** und Taktzeit **P 1508 SCD_TSIG_ PRBSTime**, Damit können unterschiedliche Frequenzgänge aufgenommen werden.

Abbildung 82.2 Addition aus Sinus- und Rechtecksignal



Um mit einem Testsignal eine Systemanregung mit hoher Bandbreite zu erzielen, eignet sich das PRBS-Signal. Mit Hilfe eines rückgekoppelten Schieberegisters wird eine binäre Ausgangsfolge mit parametrierbarer Amplitude **P 1509 SCD_TSIG_ RBSAmp** und einer „zufälligen" Wechselfrequenz erzeugt.

Abbildung 83.1 PRBS-Signal im Zeit- und Frequenzbereich

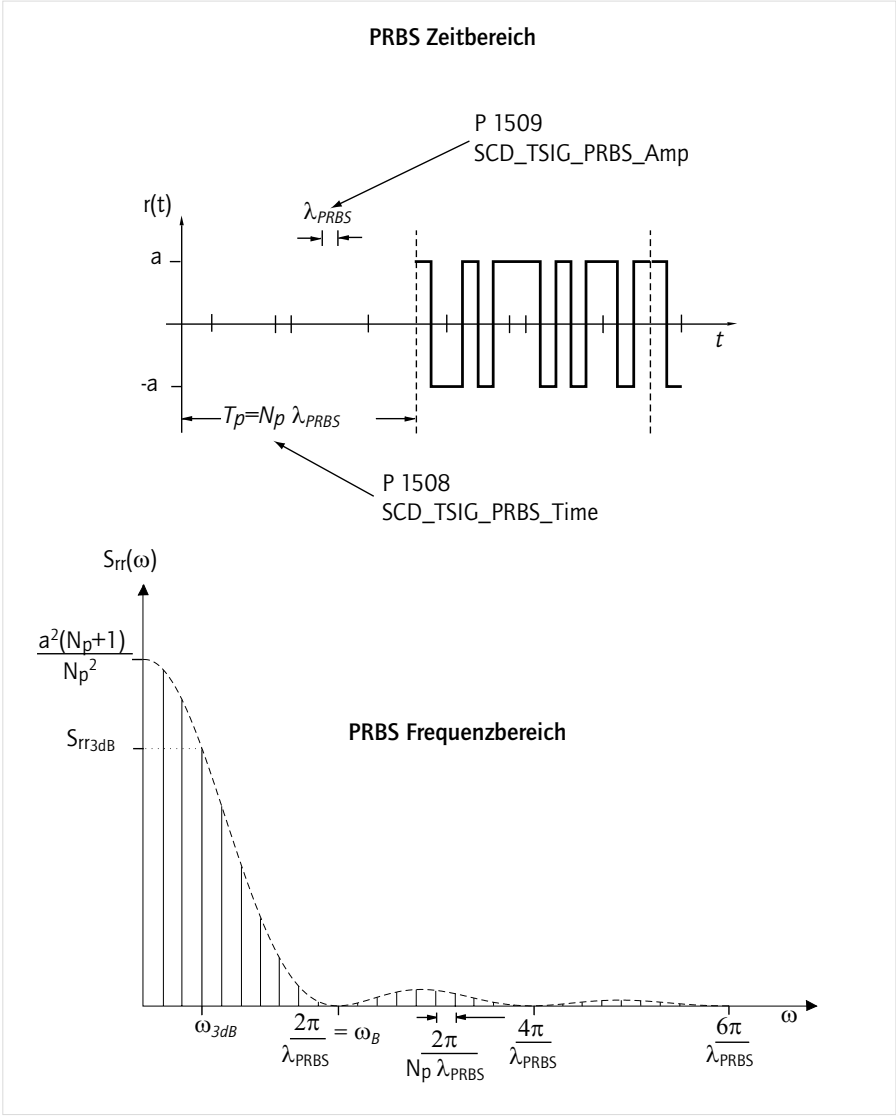


Tabelle 84.1 Parameter des Testsignalgenerators:

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 1500	SCD_TSGenCon	Testsignal generator control word	Steuerwort des Testsignalgenerators
P 1501	SCD_TSIG_OutSel	Testsignal generator output signal selector	Selektor Testignalgenerator-Ausgang
P 1502	SCD_TSIG_Cycles	Number of Testsignal Cycles	Anzahl der Zyklen
P 1503*	SCD_TSIG_Offset	Testsignal generator Offsets	Höhe des Rechtecksignals
P 1504	SCD_TSIG_Time	Testsignal generator times for rectangular waves	Periodendauer des Rechtecksignals
P 1505*	SCD_TSIG_Amp	Testsignal generator amplitude of sinusoidal wave	Amplitude eines Sinussignals
P 1506	SCD_TSIG_Freq	Testsignal generator frequence of sinusoidal wave	Frequenz des Sinussignals
P 1507	SCD_TSIG_SetPhase	Testsignal generator initial phase for rotating current vector	Start-Phase des Stromraumzeigers bei VFCON und ICON – Betrieb
P 1508	SCD_TSIG_ PRBSTime	Testsignal generator PRBS minimum toggle time	PRBS-Signalgenerator, Taktzeit
P 1509*	SCD_TSIG_ PRBSAmp	Testsignal generator PRBS signal amplitude	PRBS-Signalgenerator, Amplitude

* Im DriveManager sind lediglich die ersten 7 Stellen änderbar. Ab der achten Stelle wird auf Null gerundet! Prinzipiell sind nur Werte bis 8388608 genau vorzugeben. Danach wird vom Zahlenformat her gerundet.

4.9 Motortest über die U/f-Kennlinie

Im U/f Betrieb ist es möglich einen einfachen Test zu machen, der dem Anwender zeigt, ob ein Motor korrekt angeschlossen ist und die richtige Drehrichtung (Linearantrieb: Rechts-, Linksfahrt) hat. Sollte die Bewegungsrichtung vertauscht sein, der Motor stillstehen oder unkontrollierbare Bewegungen ausführen, so muss der Anschluss und die Motordaten überprüft werden.

Abbildung 84.2 U/f-Steuerung für Testzwecke

Als Testbetrieb ist eine U/f-Steuerung so implementiert, dass der geschlossene Drehzahlregelkreis durch die Steuerung ersetzt wird. Sollwert ist also auch hier der Drehzahlsollwert, der Drehzahlistwert wird gleich dem Sollwert gesetzt. Die Speisefrequenz „fref" berechnet sich mit Hilfe der Polpaarzahl des Motors **P 0463 MOT_PolePairs.**

Gleichung 85.1

$$f_{ref} = \frac{n_{ref}}{60} \times \text{P 0463\_Motor Polpaare}$$

Implementiert ist eine lineare Kennlinie mit zwei Stützpunkten, dabei wird eine Boostspannung **P 0313 CON_VFC_VBoost** fest bei 0 Hertz eingestellt.
Ab der Bemessungsfrequenz **P 0314 CON_VFC_FNom** bleibt die Ausgangsspannung konstant. Eine Asynchronmaschine wird damit automatisch bei steigender Frequenz in die Feldschwächung getrieben.

Bei den Spannungen werden die verketteten Spannungen (Leiterspannungen) angegeben. Als interner Spannungssollwert (Raumzeigergröße) wird damit:

Gleichung 85.2

$$\text{usdref} = \text{sqrt}(2/3) \times \text{CON\_VFC\_VBoost} + \frac{\text{CON\_VFC\_VNom}}{\text{CON\_VFC\_FNom}} \times \text{ref}$$

Tabelle 85.3 Parameter

P.-Nr.	Parameter	Funktion	Beschreibung
P 0313	CON_VFC_VBoost	Boost voltage (at zero frequency)	Boostspannung bei Stillstand
P 0314	CON_VFC_FNom	Nominal frequency	Bemessungsfrequenz
P 0315	CON_VFC_VNom	Voltage at nominal frequency	Spannung bei Bemessungsfrequenz

HINWEIS:
Die Sollwertvorgabe sollte über das Handbetriebsfenster erfolgen.

5. Bewegungsprofil

Zu Beginn der Antriebsparametrierung wird die Sollwertschnittstelle zwischen Bewegungsprofile und Regelung eingerichtet. Über die Maske lassen sich die Grundeinstellungen durchführen.

Abbildung 86.1 Sollwertschnittstelle

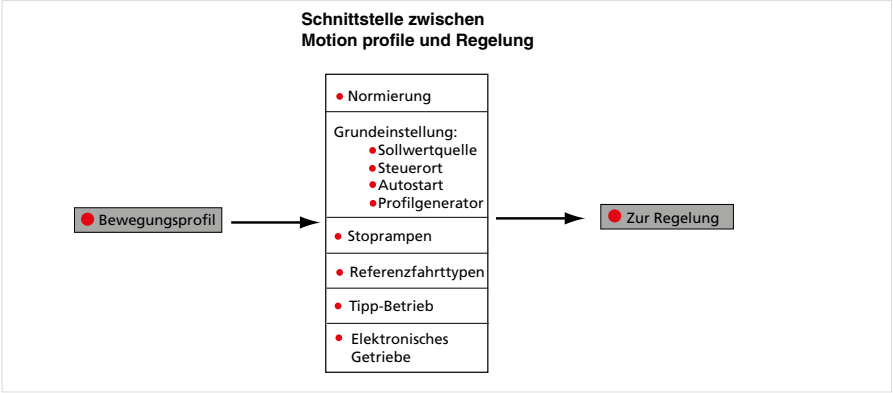
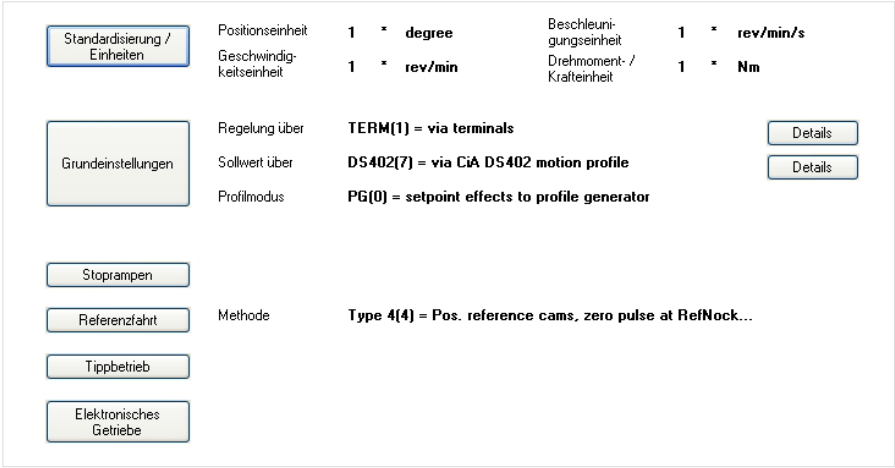


Abbildung 86.2 Maske Bewegungsprofil



5.1 Normierung/Standardisation

Über die Bewegungssteuerung (Motion Control) müssen Sollwerte in benutzerdefinierten Wegeinheiten vorgegeben werden. Diese Werte werden dann in die internen Einheiten umgerechnet. Für die Normierung im Standard/CiA DS402- und SERCOS-Profil steht ein Assistent zur Verfügung. Um ihn zu starten, wird die Schaltfläche „Standardisierung / Einheiten“ gewählt. Die Normierung über USER ist nur über den Parametereditor möglich.

Abbildung 87.1 Auswahl der Normierungsart

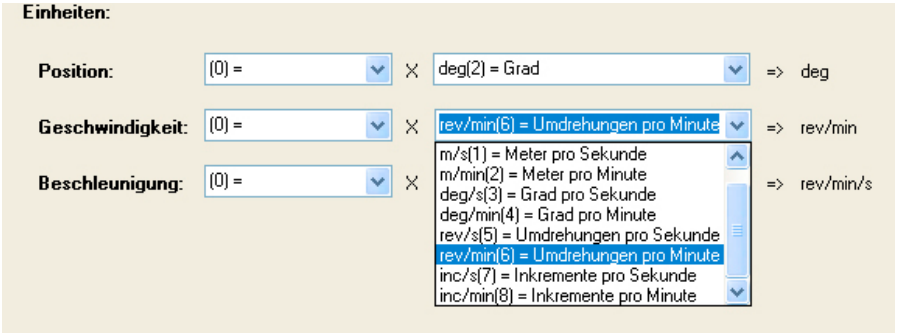
Tabelle 87.2

P.-Nr.	Parameterbezeichnung/Einstellung	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0283	MPRO_FG_Type	Factor group Type selection	Normierungsquelle
(0)	STD_DS402	Standard acc. To CANopen DS402	Normierung erfolgt anhand der im **DS 402** Profil spezifizierten Parameter.
(1)	SERCOS	Units acc. To SERCOS	Normierung erfolgt entsprechend der im SERCOS Profil spezifizierten Parameter
(2)	User specific	User defined units	Normierung erfolgt anhand der Parameter **P 0270** bis **P 0275**

5.1.1 Standard/DS 402 Profil

Festlegung der Einheiten für Position, Geschwindigkeit und Beschleunigung. Die Normierung wird mit Hilfe der Exponent-Schreibweise eingetragen.

Abbildung 87.3 Normierung für Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung



Festlegung der Drehrichtung:
Bezogen auf den Motor entspricht die positive Drehrichtung dem Rechtslauf bei Blick auf die Motorwelle (A-seitiges Lagerschild).

Abbildung 88.1 Normierung: Drehrichtung der Befehlswerte

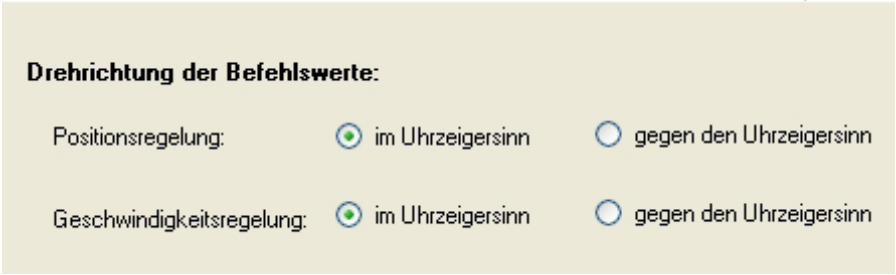
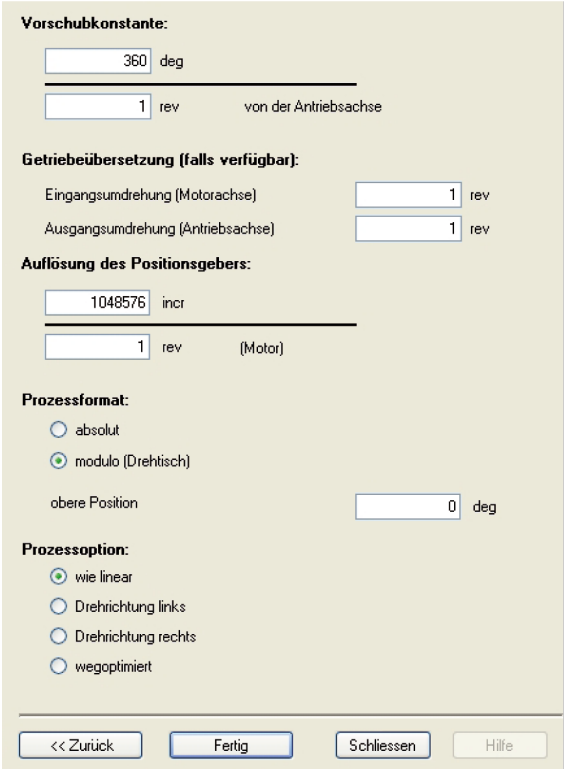


Abbildung 88.2 Vorschubkonstante, Getriebeübersetzung, Prozessformat



Vorschubkonstante:

Sie definiert das Verhältnis vom Vorschub zur Motorumdrehung.

Gleichung 89.1

$$\text{feed constant} = \frac{\text{Vorschub}}{\text{Abtriebsseitige Motorumdrehung}}$$

Getriebeübersetzung

„Gear ratio" definiert das Verhältnis einer Motorumdrehung vor dem Getriebe zu der Anzahl der Umdrehungen an der Getriebeabtriebsseite.

Gleichung 89.2

$$\text{gear ratio} = \frac{\text{Umdrehung an der Motorwelle}}{\text{Umdrehung an der abtriebsseitigen Welle}}$$

Positionsgeberauflösung
„Position encoder resolution" definiert die Encoder-Auflösung in Inkrementen pro Motorumdrehungen.

Gleichung 89.3

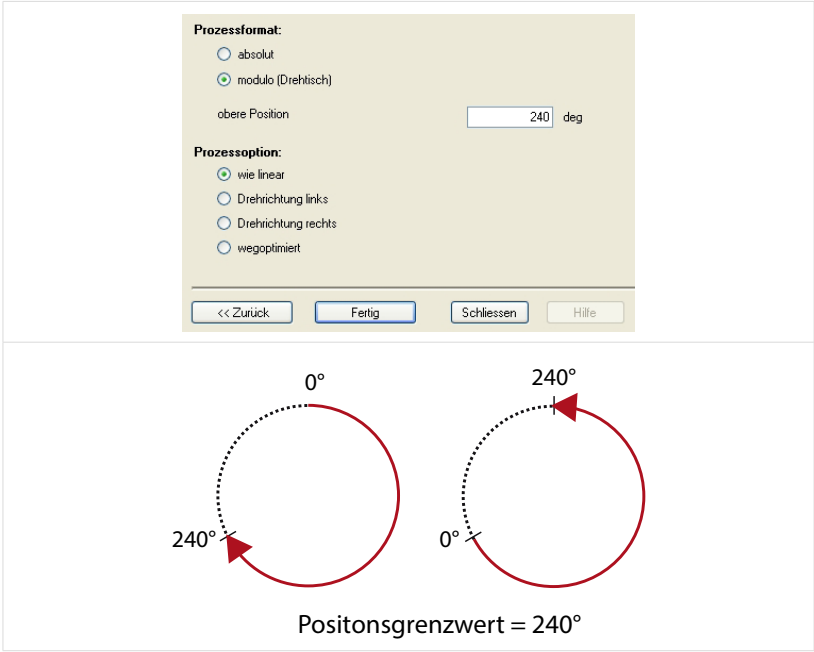
$$\text{Position encoder resolution} = \frac{\text{Encoder Inkremente}}{\text{Motorumdrehungen}}$$

Rundtisch Modulo
Die Rundtischfunktion wird im Sachgebiet Bewegungsprofil-Normierung eingestellt. Um die Funktion nutzen zu können, muss für die obere Position ein Grenzwert eingetragen werden, der festlegt, an welcher Stelle eine Umdrehung beendet ist.

Linearer Betrieb (Positionsbereich definieren)
Bsp.: Die Positionsgrenze wird auf 240° eingestellt (Drehrichtung rechts). Nach Erreichen der Position von 240° wird die Position auf 0° gesetzt und nun 240° mit der Drehrichtung links gefahren. Es ist nicht erforderlich, für den Drehrichtungswechsel einen negativen Sollwert vorzugeben.

Diese Anwendung gilt für lineare und rotative Antriebssysteme.

Abbildung 90.1 Positionsbereich definieren



Bsp.: Der Positionsgrenzwert wird auf 360° eingestellt. Der Antrieb kann mehr als nur eine Umdrehung machen. Es gibt keinen Endschalter. Beim Überfahren der 360° wird die Position jedoch wieder auf 0 gesetzt. Die Drehrichtung rechts ist verriegelt.

Absolutsollwerte werden auf Drehrichtung „links" korrigiert.

Abbildung 91.1 Drehrichtung „links"

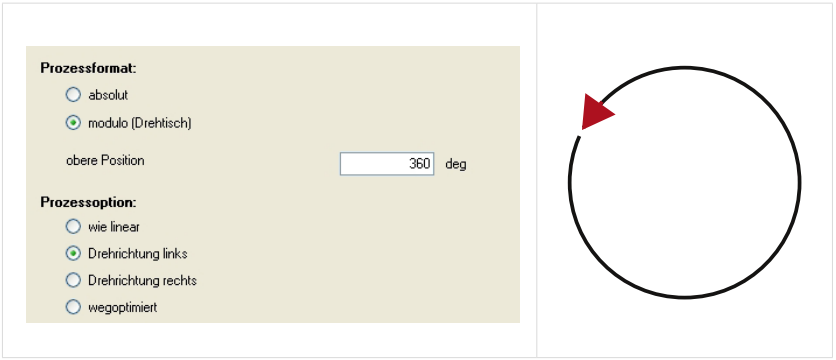
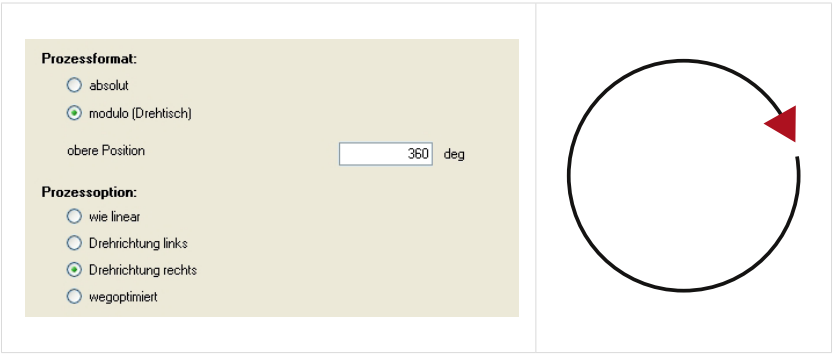


Abbildung 91.2 Drehrichtung „rechts"



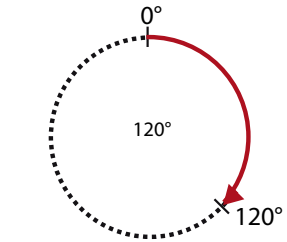
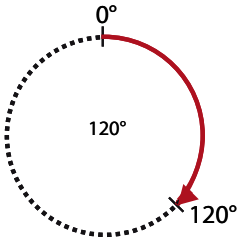
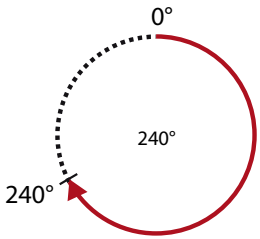
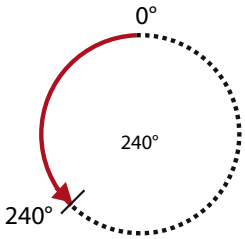
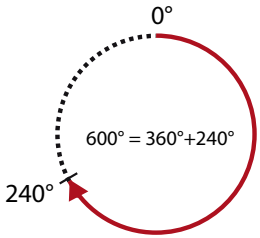
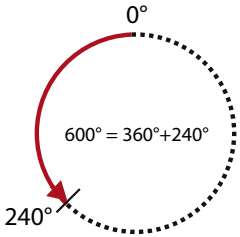
Wegoptimierte Bewegung:

Bei aktiver „Wegoptimierung“ wird eine absolute Zielposition immer auf dem kürzesten Weg angefahren.

Tabelle 92.1

Fahrbereich	Wirkung
Zielposition kleiner Umlauflänge 120° < 360°	Der Antrieb fährt die vorgegebene Zielposition an.
Zielposition = Umlauflänge 120° = 120°	Der Antrieb bleibt stehen
Zielposition größer Umlauflänge 600° - (1 x 360°) = 240° 800° - (2 x 360°) = 80°	Der Antrieb fährt innerhalb der Umlauflänge auf die Position (Zielposition - (n x Umlauflänge)

Abbildung 92.2 Wegoptimierung

Ohne Wegoptimierung	Mit Wegoptimierung
	
	
	

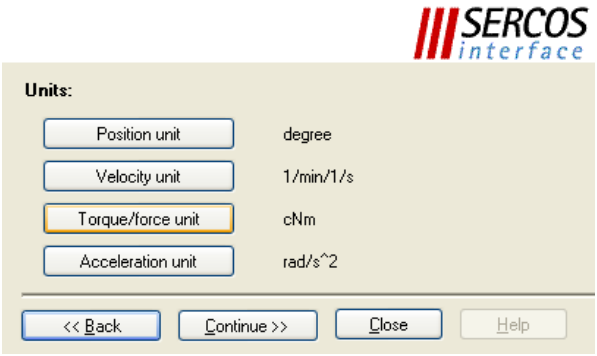
Verhalten relativer Fahraufträge:
Relative Fahraufträge beziehen sich immer auf die letzte Zielposition, auch wenn diese, z. B. bei Auslösen während einer laufenden Positionierung, noch nicht erreicht wurde. Bei relativen Fahraufträgen sind Wege größer als die Umlauflänge möglich, wenn die Zielposition größer der Umlauflänge ist.
Beispiel:
Umlauflänge = 360°; relative Zielposition = 800°, Startposition = 0°. Der Antrieb fährt hier um volle 2 Umläufe (720°) und bleibt im 3. Umlauf auf 80° (800° - 720°) stehen.

Verhalten endloser Fahraufträge:
Bei endlosen Fahraufträgen wird der Antrieb mit vorgegebener Geschwindigkeit verfahren. Eine in diesem Fahrsatz enthaltene Zielposition ist nicht von Bedeutung. Endlose Fahraufträge fahren mit vorgegebener Geschwindigkeit ohne Berücksichtigung der Umlauflänge. Bei Umschaltung auf den nächsten Fahrsatz (absolut oder relativ) wird in laufender Fahrtrichtung auf die neue Zielposition verfahren. Eine eingestellte Wegoptimierung wird dabei nicht berücksichtigt.

SERCOS-Profil
Bei der Verwendung des SERCOS-Profils spricht man bei der Festlegung der Einheiten von Wichtung. Die Wichtung beschreibt, in welcher physikalischen Einheit und mit wieviel Nachkommastellen die nummerischen Werte der Parameter zu interpretieren sind, die zwischen Steuerung und Antrieben ausgetauscht werden sollen. Die Art der Wichtung wird durch die Parameter für Lage-, Geschwindigkeits-, Drehmoment- und der Beschleunigungswichtung definiert.

Abbildung 93.1 Wichtungsassistent für SERCOS

Wichtig über das SERCOS-Profil



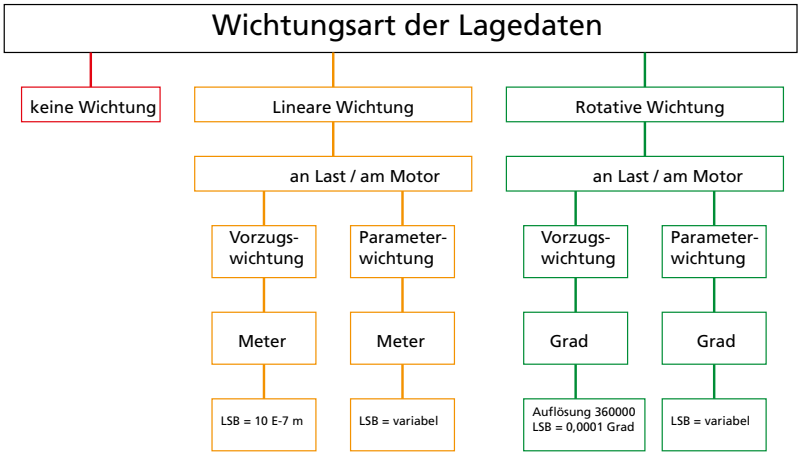
Dies ist die Startmaske des SERCOS-Normierungsassistenten, in der die Einstellung für Position, Geschwindigkeit, Drehmoment und der Beschleunigung vorgenommen werden kann. Von dieser Maske aus wird man durch die Normierungsparameter navigiert.

Um nicht alle Masken einzeln abzubilden, wird auf die Darstellung der folgenden Schemata verwiesen:
- Schema 1 : Wichtungsart Lagedaten
- Schema 2 : Wichtungsart Geschwindigkeitsdaten
- Schema 3 : Wichtungsart Kraft / Drehmoment
- Schema 4 : Wichtungsart Beschleunigung

Wichtung der Lagedaten

Abbildung 94.1 Wichtungsart der Lagedaten

Schema 1: Lagedaten



Lageauflösung im translatorischen Betrieb:

LSB = Einheit * Exponent

translatorische Vorzugswichtung:

Wichtungsart	Einheit	Wichtungsfaktor	Wichtungsexponent	Vorzugswichtung
Linear	m	1	-7	0,1 µm

Lageauflösung im rotativen Betrieb:

$$LSB = \text{Einheit} * \frac{1\ \text{Umdrehung}}{\text{rotative Lageauflösung}} \qquad \text{Bsp.} \ \frac{360\ \text{degree}}{3\,600\,000}$$

rotative Vorzugswichtung:

Wichtungsart	Einheit	rotative Lageauflösung	Wichtungsexponent	Vorzugswichtung
Rotativ	Grad	3 600 000	-7	0,0001 Grad

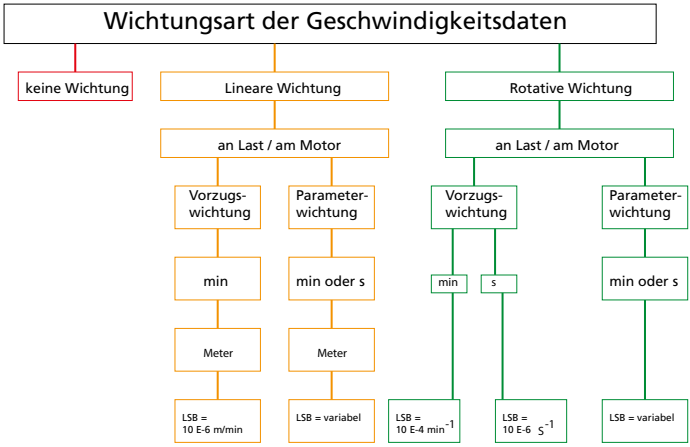
Modulo-Wichtung
Wenn Modulo (Rundtisch-Anwendung) angewählt ist, muss der Zahlenbereich der Lagedaten (Modulo-Wert) eingetragen werden. Beim Überschreiten des Modulowertes, wird die Position wieder auf 0 gestellt..

Lagepolarität:
Die Polarität der Lagedaten (Vorzeichen) kann entsprechend der Anwendung invertiert werden. Bei positivem Lagesollwert liegt Rechtsdrehung (Blick auf die Motorwelle) vor.

Wichtung der Geschwindigkeitsdaten

Abbildung 95.1 Wichtungsart der Geschwindigkeitsdaten

Schema 2: Geschwindigkeitsdaten



Wird „keine Wichtung ausgewählt", sind Wichtungsfaktor und Wichtungsexponent ohne Bedeutung.

Lageauflösung im translatorischen Betrieb:

$$LSB = \text{Einheit} * \text{Exponent} * \frac{\text{Wegeinheit}}{\text{Zeiteinheit}}$$

translatorische Vorzugswichtung:

Wichtungsart	Einheit	Wichtungsfaktor	Wichtungsexponent	Vorzugswichtung
Linear	m/min	1	-6	0,001 mm/min

rotative Vorzugswichtung:

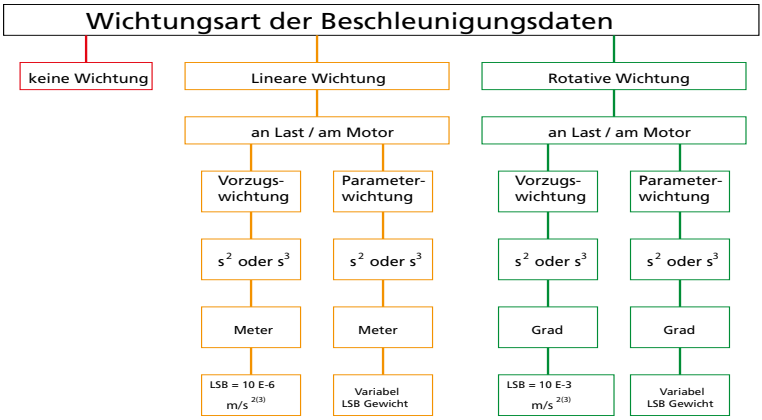
Wichtungsart	Einheit	Wichtungsfaktor	Wichtungsexponent	Vorzugswichtung
Rotativ	1/min	1	-4	0,0011/min
Rotativ	1/s	1	-6	0,0000011/s

Geschwindigkeitspolarität:
Die Polarität der Geschwindigkeitsdaten (Vorzeichen) kann entsprechend der Anwendung invertiert werden.
Bei positiver Geschwindigkeits-Sollwert-Differenz liegt Rechtsdrehung (Blick auf die Motorwelle) vor.

Wichtung von Beschleunigungsdaten

Abbildung 96.1 Wichtungsart der Beschleunigungsdaten

Schema 3: Beschleunigungsdaten



Alle Beschleunigungsdaten (Soll-, Ist-, Grenzwerte) unterliegen der eingestellten Wichtung. Wird keine Wichtung angewählt, so sind Wichtungsfaktor und Wichtungsexponent ohne Bedeutung.

Lageauflösung im translatorischen Betrieb:

$$LSB = \text{Einheit(Faktor)} * \text{Exponent} * \frac{\text{Wegeinheit}}{\text{Zeiteinheit}}$$

Translatorische Vorzugswichtung:

Wichtungsart	Einheit	Wichtungsfaktor	Wichtungsexponent	Vorzugswichtung
Translatorisch	m/s^2	1	-6	0,001 mm/s^2

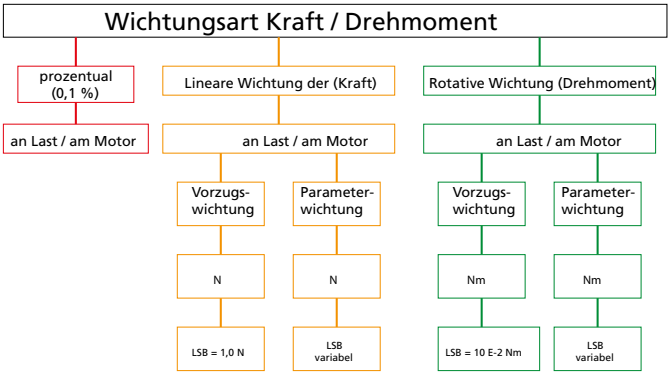
Rotatorische Vorzugswichtung:

Wichtungsart	Einheit	Wichtungsfaktor	Wichtungsexponent	Vorzugswichtung
Rotatorisch	rad/s^2	1	-3	0,001 rad/s^2

Wichtung von Drehmoment- und Kraftdaten

Abbildung 97.1 Wichtungsart von Drehmoment- und Kraftdaten

Schema 4: Drehmoment-, Kraftdaten



Bei prozentualer Wichtung wird das dauerhaft zulässige Stillstandsmoment des Motors als Bezugswert verwendet. Alle Drehmoment-, Kraftdaten werden in % mit einer Nachkommastelle angegeben.

$$LSB = Einheit * Exponent$$

Translatorische Vorzugswichtung der Kraftdaten

Wichtungsart	Einheit	Wichtungsfaktor	Wichtungsexponent	Vorzugswichtung
Translatorisch	N	1	-0	1 N

Rotatorische Vorzugswichtung der Kraftdaten

Wichtungsart	Einheit	Wichtungsfaktor	Wichtungsexponent	Vorzugswichtung
Rotatorisch	Nm	1	-2	0,01 Nm

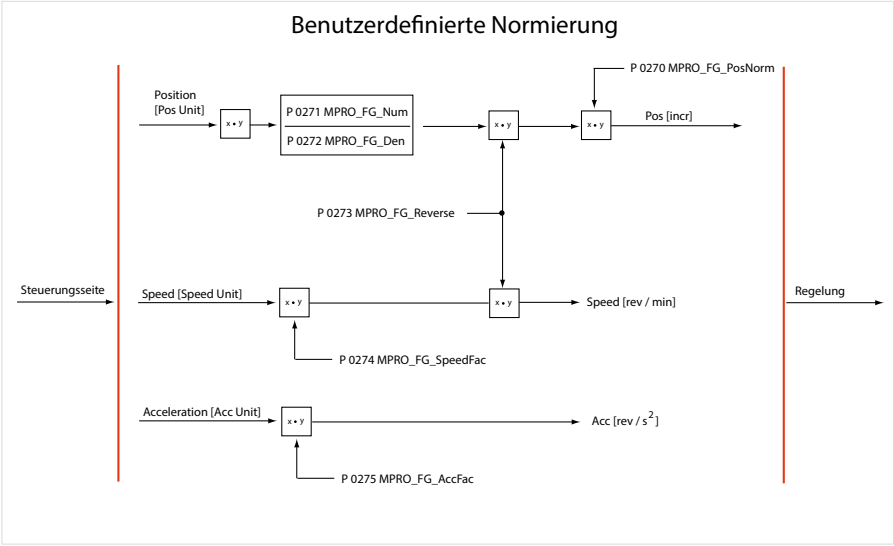
Drehmomentpolarität

Die Polarität wird außerhalb (am Ein- und Ausgang) einer Regelstrecke umgeschaltet. Bei positiver Drehmoment-Sollwert-Differenz und nicht invertierter Polarität liegt Rechtsdrehung mit Blick auf die Motorwelle vor.

5.1.2 „USER“ Normierung ohne Normierungsassistenten

Für die USER-Normierung steht kein Assistent zur Verfügung und sollte nur verwendet werden, wenn eine Normierung über den Assistenten nicht möglich ist. Als Parametrierungs-unterstützung dient das folgende Schema. Die Berechnung der Faktoren **P 0271 / P 027**2 für die Position, **P 0274** für Speed und **P 0275** für die Beschleunigung ist von der jeweils gewählten „User Unit“1 und der Vorschubkonstante bzw. Getriebeübersetzung abhängig.

Abbildung 98.1 Schema der User-Normierung



Normierungsbeispiele für die „USER“-Normierung:

Normierung Rotativer Motor:

Vorgabe: 1 Motorumdrehung entspricht 360° bzw. 1048576 Inkremente

- Geschwindigkeit in [U/min]
- Beschleunigung in [U/min/s]
- Positionierung in [°Grad]

Beispiel: Rotativer Motor

Gegeben:	Pos Unit:	**P 0284** = µm
	Speed Unit:	**P 0287** = m/s
	Acc Unit:	**P 0290** = m/s2

Vorschubkonstante:	1 mm	= 10 rev
Getriebe:	1 Antriebsumdrehung	= 3 Motorumdrehungen

Parametrierung:

Pos Unit:
1 µm = 1/1000 mm = 10/1000 rev (Abtrieb) = 30/1000 rev (motor)
P 0271 = 30 oder **P 0271** = 3
P 0272 = 1000 oder **P 0272** = 100

Speed Unit:
1 m/s = 1000 mm/s = 10 000 rev/s (Abtrieb) =
30 000 rev/s (Motor)*60 (min) = 1 800 000 rev/min
P 0274 = 1 800 000

Acc Unit:
1 m/s2 = 1000 mm/s = 10 000 rev/s (Abtrieb) =
30 000 rev/s2 (Motor)*60 (min) = 1 800 000 rev/min
P 0275 = 1 800 000

Tabelle 99.1 Parameter:

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Funktion	Default-Einstellung für rotativen Motor:	Interne Einheit
P 0270	**MPRO_FG_PosNom**	Inkremente pro Umdrehung	1048576 [incr/rev]	
P 0271	**MPRO_FG_Nom**	Zähler	1[rev]	Pos/1
P 0272	**MPRO_FG_Den**	Nenner	360° [POS]	Position pro Umdrehung
P 0273	**MPRO_FG_Reverse**	Drehrichtungsum-kehr	False = rechtsdrehend	
P 0274	**MPRO_FG_SpeedFac**	Geschwindigkeits-faktor	1[U/min]	U/min
P 0275	**MPRO_FG_AccFac**	Beschleunigungs-faktor	1/60 = 0,01667 [U/min/s]	U/s^2

Normierung Linearmotor:
Beispiel: Normierung des Linearmotors:
Gegeben: Verfahrweg in [µm]
Geschwindigkeit in [mm/sec]
Beschleunigung in [mm/s^2]
Eine Umdrehung entspricht 32mm Pitch-Abstand
Siehe **P 0274, P 0275**

Tabelle 99.2

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Beschreibung	Default-Einstellung für Linearmotor:
P 0270	**MPRO_FG_PosNorm**	Inkremente/Umdrehung	1048576
P 0271	**MPRO_FG_Num**	Zähler	1
P 0272	**MPRO_FG_Den**	Nenner	32000 µm
P 0273	**MPRO_FG_Reverse**	Drehrichtung	False (rechtsdrehend)
P 0274	**MPRO_FG_SpeedFac**	Geschwindigkeitsfaktor	**1,875 U/s entspr. 1mm/s**, 1/32 mm = 0,03125 U/s^2 0,03125 U/s^2*60 s = 1,875 U/s
P 0275	**MPRO_FG_AccFac**	Beschleunigungsfaktor	1/32 mm = **0,03125 U/s^2** **entspricht 1 mm/s^2**

Auswahlmaske für das benötigte Bewegungsprofil. Einstellung von Steuerort, Sollwertquelle, Startbedingung, Profile und eine evtl. Drehrichtungsbegrenzung.

Abbildung 100.1 Auswahlmaske Regelung und Sollwert

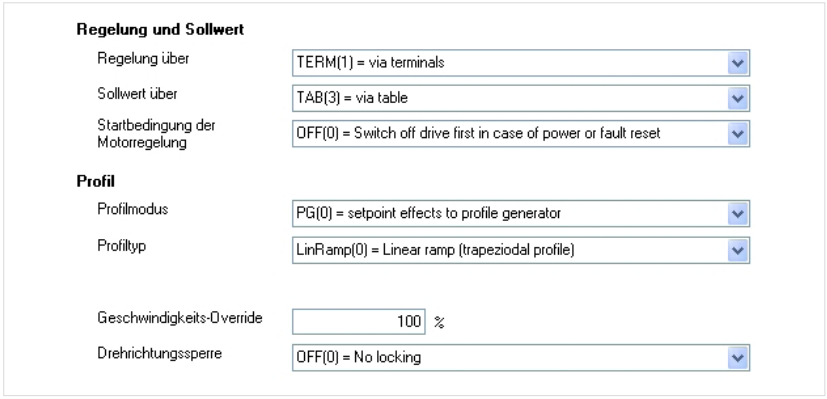


Tabelle 100.1

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0159	MPRO_CTRL_SEL	Motion control selection	Auswahl des Steuerortes
(0)	OFF(0)	No control selector defined	Kein Steuerort ausgewählt
(1)	TERM(1)	Via terminals	Steuern über Klemme
(2)	PARA(2)	Via parameter interface	Über Parameter
(3)	(3)	Not defined	Nicht definiert
(4)	PLC(4)	Via IEC 61131 program	IEC 1131
(5)	CiA 402(5)	Via CiA 402 motion profile (CANopen/EtherCAT)	CiA 402
(6)	SERCOS(6)	Via SERCOS motion profile	SERCOS
(7)	PROFIBUS(7)	Via PROFIBUS DPV motion profile	PROFIBUS
P 0144	MPRO_DRVCOM_Auto_start	DriveCom: Auto start of system	Autostart-Funktion
(0)	Off(0)	Switch off drive first in case of power or fault reset	Normalbetrieb: Der Antrieb wird durch Wegnahme der Startbedingung oder im Fall eines Fehlers gestoppt.
(1)	ON(1)	Start/Restart drive automaticly in case of power or fault	Der Antrieb startet nach dem Beenden der Initialisierung sofort automatisch, vorausgesetzt die Netzspannung liegt an.

Tabelle 101.1

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0165	MPRO_REF_SEL	Motion profile selection	Auswahl der Sollwertquelle
(0)	OFF(0)	No setpoint	Kein Sollwert angewählt
(1)	ANA0(1)	Via analog channel ISA0	Analog Eingang ISA0
(2)	ANA1(2)	Via analog channel ISA1	Analog Eingang ISA1
(3)	TAB(3)	Via table	Tabellenwerte
(4)	PLC4)	Basic Library PLC open	optional CodeSys
(5)	PLC(5)	Via IEC 61131 program	optional CodeSys
(6)	PARA(6)	Via Parameterdefinition	Der Sollwert wird über Parameter vorgegeben
(7)	CiA 402(7)	Via CiA CiA 402 motion profile	CiA 402
(8)	SERCOS(8)	Via SERCOS motion profile	SERCOS
(9)	PROFIBUS(9)	Via PROFIBUS DPV motion profile	PROFIBUS
P 0301	Con_Ref_Mode	Select Reference Mode	Auswahl der Interpolationsart
(0)	PG(0)	Setpoint effects to profile generator	PG(0): Die interne Sollwertgenerierung erfolgt über den Profilgenerator. Dort werden alle Rampenfunktionen, wie Beschleunigungs- und Bremsrrampen, Ruck, Verschliff umgesetzt. Die interne Generierung erfolgt immer mit einer Zykluszeit von 1 ms.
(1)	IP(1)	Setpoint effects directly to control loop (without ramp)	IP(1): Die Sollwertvorgabe der überlagerten Steuerung führt direkt auf den Feininterpolator. Eine Anpassung der Zykluszeit zwischen Steuerung und Antriebsregler ist unbedingt durchzuführen.
P 0306	CON_IpRefTS	Sampling time for interpolation	Anpassung der Sampling Time zwischen ext. Steuerung und Antriebsregler
	0,25 ms - 1000 ms		
P 0370	CON_IP	Interpolation type control	Auswahl des Interpolationverfahrens
(0)	NoIp(0)	No interpolation	Die Interpolationsverfahren werden im Kapitel 1.2 beschreiben.
(1)	Lin(1)	Linear interpolation	lineare Interpolation
(2)	SplineExtFF(2)	Interpolation with external feed forward	Interpolation mit externem Vorsteuerwert
(3)	SplineII(3)	Cubic spline interpolation	Kubische Spline Interpolaltion
(4)	NonIPSpline(4)	Cubic spline approximation	Kubische Spline Approximation

5.2.1 Steuerort, Steuerquelle

- **P 0159:** Auswahl des Steuerortes
- **P 0165:** Auswahl der Sollwertquelle
- **P 0144:** Auswahl der Startbedingung des Reglers (Autostart)

5.2.2 Profile

- **P 0301:** Auswahl der Sollwertbearbeitung über den Profilgenerator oder den Interpolated position mode
- **P 2243:** Einstellung unterschiedlicher Verschliffkurven (nur im PG-Mode)
- **P 0166:** Einstellung der Verschliffzeit (nur im PG-Mode)
- **P 0167:** Einstellung des Geschwindigkeits-Override in Abhängigkeit des maximal vorgegebenen Sollwertes (nur im PG-Mode)
- **P 0335:** Drehrichtungssperre

5.2.3 Profilgenerator

Der Profilgenerator berechnet das Verfahrprofil in zwei Stufen:

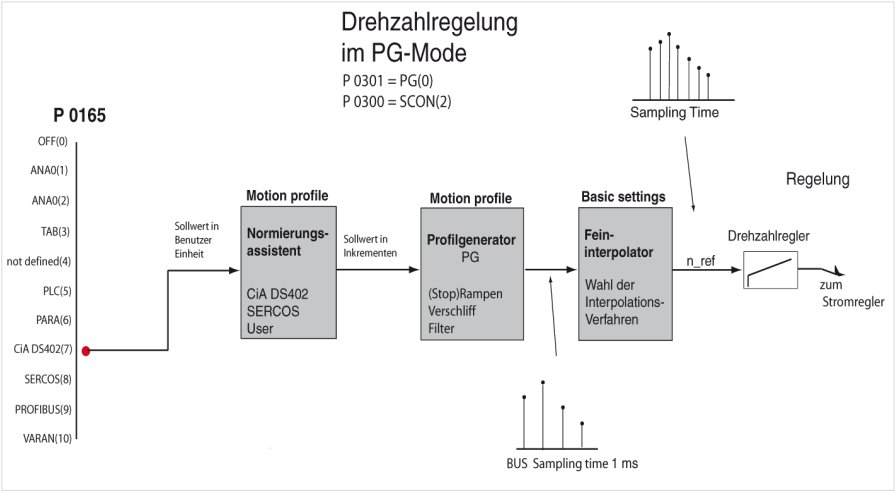
1. Drehzahlprofilgenerator
   Berechnung des Drehzahlprofils unter Berücksichtigung der Randbedingungen
   a_{Max} und v_{Max}, mit anschließender Integration der Geschwindigkeit, um das Wegprofil zu erhalten.

2. Mittelwertfilter:
   Zur Ruckzeitbegrenzung wird mit Hilfe eines Mittelwertfilters das Wegprofil des Drehzahlprofilgenerators verschliffen. Die Ruckzeit ist proportional zur Filtertiefe des Mittelwertfilters. Je größer die Ruckzeit, desto geringer ist der resultierende Ruck. Eine Ruckzeit von 0 bedeutet, dass direkt mit der max. zulässigen Beschleunigung angefahren bzw. gebremst wird (das Mittelwertfilter ist inaktiv).

5.2.4 Drehzahlregelung über den Profilgenerator (PG-Mode)

Um den Profilgenerator in der Regelungsart Drehzahlregelung zu verwenden, müssen die beiden Parameter **P 0301 = PG(0)** und **P 0300 = SCON(2)** eingestellt werden.
Nach gewählter Sollwertquelle wird der Sollwert auf die passende User-Einheit normiert. Der Sollwert wird in Inkrementen auf den Profilgenerator (Bewegungsprofil) übertragen und gelangt über den Feininterpolator (Grundeinstellungen) zum Drehzahlregler.

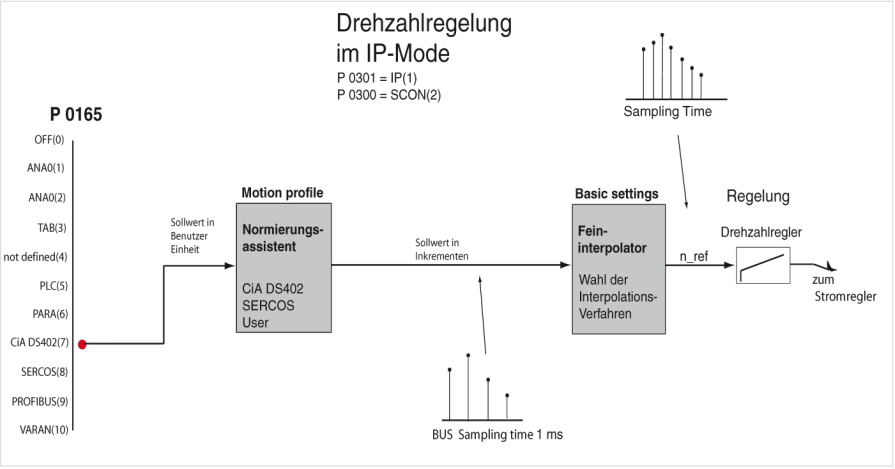
Abbildung 103.1 Drehzahlregelung im PG-Mode



5.2.5 Drehzahlregelung über den IP-Modus

In der Regelungsart Drehzahlregelung über den IP-Mode (Interpolated Velocity Mode) werden die Sollwerte aus der Sollwertquelle normiert, immer linear interpoliert und auf die Regelkreise geschaltet. Es werden keine Vorsteuerwerte generiert!

Abbildung 103.2 Drehzahlregelung im IP-Mode



5.2.6 Lageregelung über den Profilgenerator (PG-Modus)

In der Betriebsart Lageregelung im PG-Mode werden die Verfahrbefehle an den internen Profilgenerator übergeben. Die Einstellung erfolgt im Sachgebiet Bewegungsprofil „Grundeinstellung“.

Ein Verfahrbefehl setzt sich zusammen aus:

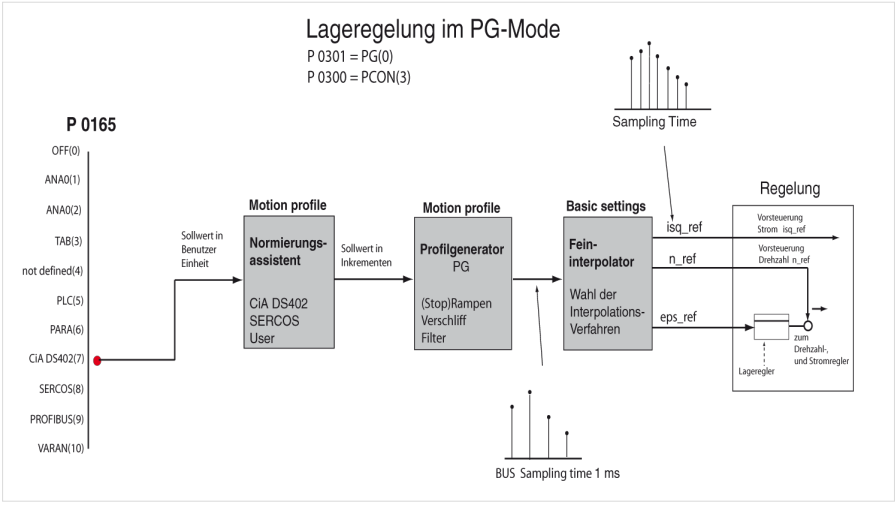
- Ref_Position: Zielposition
- Ref_Speed: Maximale Verfahrgeschwindigkeit
- Ref_Acceleration: maximale Beschleunigung
- Ref_Deceleration: maximale Verzögerung

Mit den zusätzlichen Informationen über Ruck **P 0166 MPRO_REF_JTIME** und einem Override-Faktor **P 0167 MPRO_REF_OVR** für die Verfahrgeschwindigkeit, erzeugt der Profilgenerator unter Berücksichtigung aller Begrenzungen eine zeitoptimale Trajektorie für den Positionssollwert, um die Zielposition zu erreichen.

Die Positionssollwerte werden anschließend im Interpolator feininterpoliert.

Aus den Positionssollwerten werden Vorsteuerwerte für Drehzahl und Beschleunigung generiert. Diese werden mit der Zykluszeit des Lagereglers (üblicherweise 125 µs) abgetastet und auf die Regelkreise geschaltet.
Informationen, wie mit Bussystemen Verfahrbefehle erzeugt werden können, entnehmen Sie bitte den Feldbus-Dokumentationen.

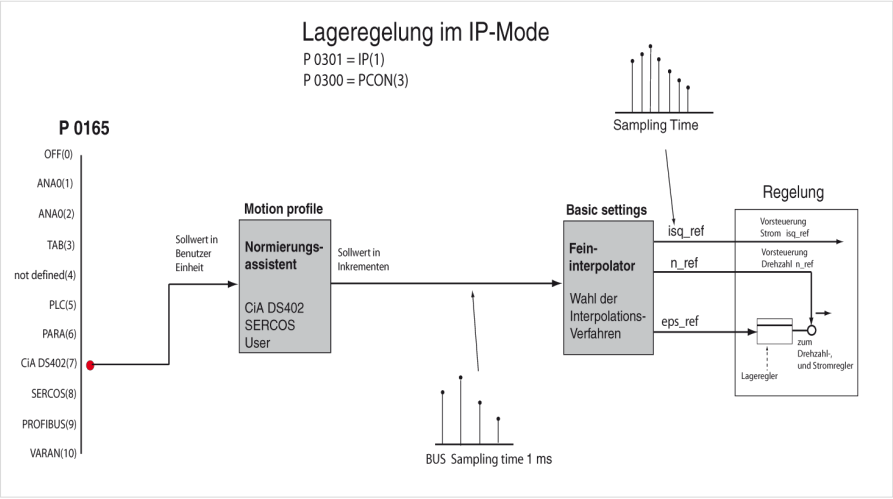
Abbildung 104.1 Konfiguration Lageregelung im PG-Mode



5.2.7 Lageregelung über den IP-Modus

In der Betriebsart Lageregelung werden im IP-Mode mit einer von der übergeordneten Steuerung vorgegebenen Zykluszeit, Positionssollwerte vorgegeben. Über den Parameter **P 0306 CON_IpRefTS** ist die Zykluszeit des Antriebsreglers an die Zykluszeit der Steuerung anzupassen. Weitere Informationen über die Zykluszeit entnehmen Sie bitte den Feldbusdokumentationen. Die Positionssollwerte werden anschließend an den Feininterpolator übergeben. Die sich ergebenden Vorsteuerwerte für Drehzahl und Beschleunigung werden auf die Regelkreise geschaltet.

Abbildung 105.1 Lageregelung im IP-Modus



5.2.8 „Verschliff" und „Geschwindigkeitsoffset"

Tabelle 105.2

P.-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P-0166	MPRO_REF_JTIME	Motion profile jerk time	Einstellung der Verschliffzeit (Ruckbegrenzung)
P-0167	MPRO_REF_OVR	Motion profile speed override factor	Sollwert wird in Abhängigkeit zum max. vorgegebenen Sollwert prozentual gewichtet

Durch die Ruckbegrenzung erhöht sich die Beschleunigungs- und Verzögerungszeit um den Verschliff **P 0166**. Das Verschliff-Einstellfeld erscheint in der Maske erst, wenn in Parameter **P 2243** „Profile type" JerkLin(3) = Jerk limited ramp eingestellt ist. Mit Speed override **P 0167** kann der maximal vorgegebene Drehzahlsollwert prozentual skaliert werden.

Abbildung 106.1 Ohne Verschliff: Rot = Drehzahlistwert; Grau = Istposition

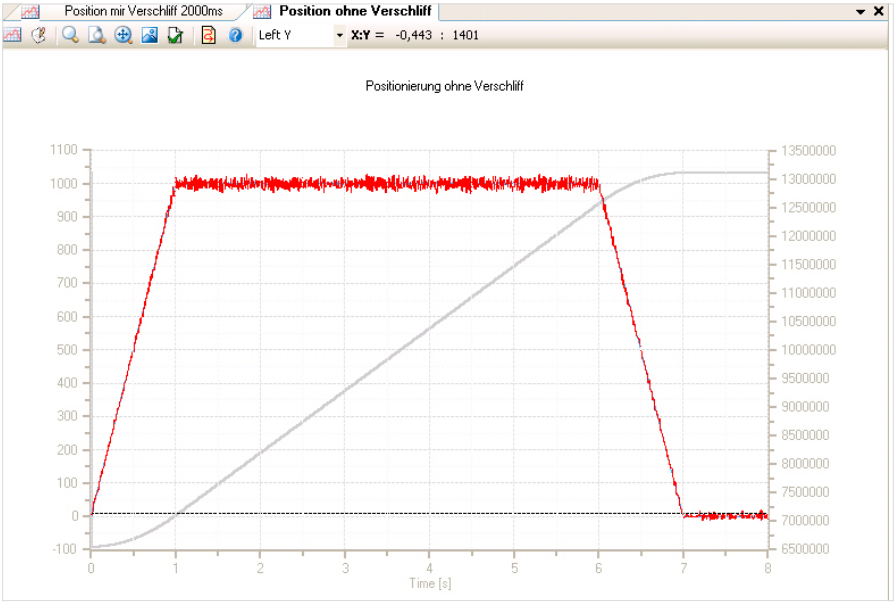
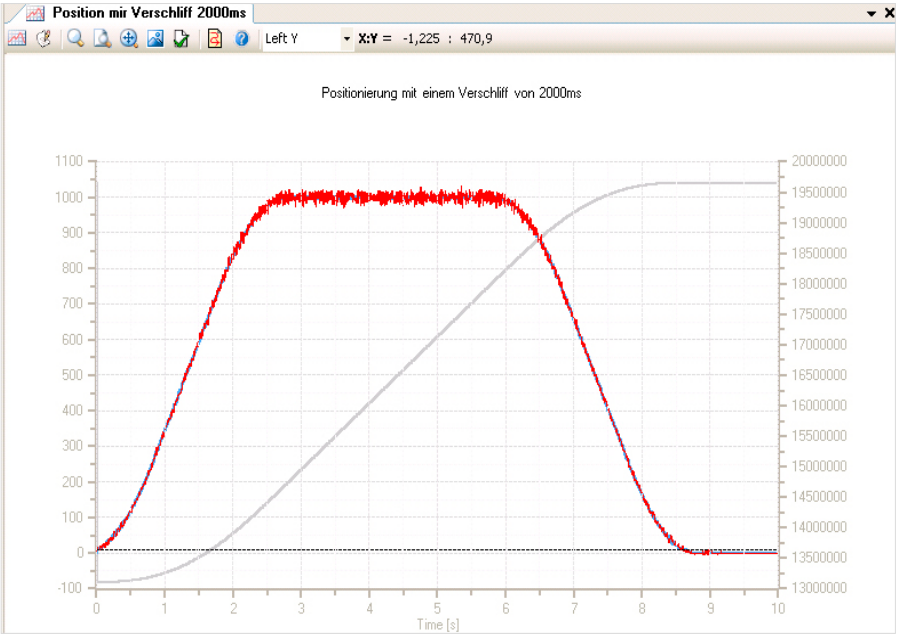


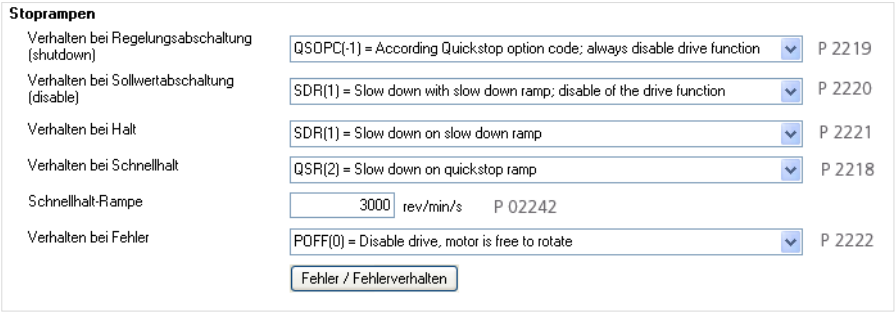
Abbildung 106.2 Mit Verschliff von 2000 ms; Rot = Drehzahlistwert; Grau = Positionsistwert



5.3 Stopprampen

Jede Sollwertquelle hat ihre eigenen Beschleunigungs- und Bremsrampen. Darüber hinaus gibt es die unten aufgeführten speziellen Verzögerungsrampen, entsprechend dem **DS 402** Standard. Die Rampenfunktionen sind nur in bestimmten Systemzuständen wirksam. Die benötigten Einstellungen können bei Bedarf in der Maske ausgewählt werden. Über den Button „Fehler / Fehlerverhalten" ist es möglich, direkt in die Maske der Fehlerreaktion zu wechseln.

Abbildung 107.1 Maske der Stopprampen


Stoprampen
Verhalten bei Regelungsabschaltung (shutdown)
QSOPC(-1) = According Quickstop option code; always disable drive function
P 2219
Verhalten bei Sollwertabschaltung (disable)
SDR(1) = Slow down with slow down ramp; disable of the drive function
P 2220
Verhalten bei Halt
SDR(1) = Slow down on slow down ramp
P 2221
Verhalten bei Schnellhalt
QSR(2) = Slow down on quickstop ramp
P 2218
Schnellhalt-Rampe
3000
rev/min/s
P 02242
Verhalten bei Fehler
POFF(0) = Disable drive, motor is free to rotate
P 2222
Fehler / Fehlerverhalten

Es stehen folgende Rampenoptionen zur Verfügung:

Tabelle 107.2

P.-Nr.	Systemzustand	Stopprampen	Bevorzugte Einstellung
P 2218	Schnellhalt	MP_QuickStopOC	(2)
P 2219	Regelung aus	MP_ShutdownOC	SDR
P 2220	Übergang „Operation Enable to "Switch on"	MC_DisabledOpOC	SDR
P 2221	Halt Vorschub	HaltOC	SDR
P 2222	Fehler	MP_FaultReactionOC	QSR
P 2242	Bremsrampe für Quickstop	MPRO_402_QuickStopDec	

Reaktion bei „Quickstop“ / „Schnellhalt“
Der Schnellhalt bremst eine laufende Bewegung ab. Der Antriebsregler befindet sich im Systemzustand „Schnellhalt“. Während des Bremsvorgangs und in Abhängigkeit von der Reaktion kann wieder in dem alten Zustand „Regelung aktiv“ beschleunigt werden.

Tabelle 108.1

P 2218	Bezeichnung im DM 5	Funktion
POFF(0)	0(0) = Disable power stage/drive function	Endstufen sperren; der Antrieb trudelt aus
SDR(1)	1(1) = Slow down on slow down ramp	Der Antrieb bremst mit programmierter Verzögerungsrampe, anschließend wird die Endstufe gesperrt
QSR(2)	2(2) = Slow down on slow quickstop ramp	Bremsen mit Schnellhaltrampe, anschließend wird die Endstufe gesperrt. In der Werksteinstellung QSR(2) ist die Nutzung einer Haltebremse berücksichtigt. Bei Abweichung der Einstellungen von der Werkseinstellung ist der evtl. Einsatz einer Haltebremse zu berücksichtigen.
CLIM(3)	3(3) = Slow down on current limit	Bremsen mit max. Dynamik an der Stromgrenze. Der Drehzahlsollwert wird gleich 0 gesetzt, anschließend wird die Endstufe gesperrt.
Reserve(4)	Reserve	
SDR_QS(5)	5(5) = Slow down on slow down ramp and stay in quickstop	Bremsen mit programmierter Verzögerungsrampe. Der Antrieb verbleibt im Zustand Schnellhalt, die Achse wird mit Drehzahl Null bestromt. [1)]
QSR_QS(6)	6(6) = Slow down on quickstop ramp and stay in quickstop	Bremsen mit Schnellhaltrampe. Der Antrieb verbleibt im Zustand Schnellhalt, die Achse wird mit Drehzahl 0 bestromt. [1)]
CLIM_QS(7)	7(7) = Slow down on current limit and stay in quickstop	Bremsen mit max. Dynamik an der Stromgrenze, der Drehzahlsollwert wird gleich 0 gesetzt. Der Antrieb verbleibt im Zustand Schnellhalt, die Achse wird mit Drehzahl 0 bestromt. [1)]
Reserve(8)	Reserve	

[1)] Übergang in den Zustand „Einschaltbereit“ nur durch Rücksetzen der Schnellhaltanforderung möglich. Im Zustand „Schnellhalt“ wirkt sich die Rücknahme des Signals „Start Regelung/ Antrieb“ nicht aus, bevor nicht auch die Schnellhaltanforderung zurückgesetzt wurde.

Reaktion bei „Shutdown“ / „Regelung aus“
Der Zustandsübergang „Regelung aus“ wird bei dem Ausschalten der Endstufe durchlaufen. Die Regelung kann über einen der verschiedenen Steuerkanäle (Klemmen, Bus, PLC) ausgeschaltet werden.

Tabelle 108.2

P2219	Bezeichnung im DM 5	Funktion
QSOPC(-1)	According Quickstop option code	Bei einem Shutdown - Kommando wird die im „Verhalten bei Schnellhalt“ P 2218 angewählte Stoppvariante ausgeführt.
POFF(0)	Disable power stage/drive function	Endstufen sperren; der Antrieb trudelt aus
SDR(1)	Slow down with slow down ramp; disable of the drive function	Der Antrieb bremst mit programmierter Verzögerungsrampe ab. Anschließend fällt, falls vorhanden die Haltebremse gemäß ihrer Parametrierung ein.

Reaktion bei „Disable Operation“ / „Betrieb sperren“
Der Parameter „Disable operation option code“ bestimmt, welche Aktion beim Durchlaufen des Übergangs „Operation enable“ nach “Switched on“ (4 und 5) erfolgen soll.

Tabelle 109.1

P 2220	Bezeichnung im DM 5	Funktion
POFF(0)	0(0)= Disable power stage/drive function	Endstufen sperren; Antrieb trudelt aus
SDR(1)	1(1)= Slow down with slow down ramp; disable of the drive function	Der Antrieb bremst mit programmierter Verzögerungsrampe, anschließend wird die Endstufe gesperrt

Reaktion bei „Halt Operation“ / „Halt Vorschub“
Der „Halt Vorschub“-Zustand bremst eine laufende Bewegung ab, solange der Zustand aktiv ist. Während des Bremsvorgangs kann wieder in den alten Zustand beschleunigt werden. Bei Deaktivierung wird wieder mit der programmierten Beschleunigungsrampe angefahren.

Tabelle 109.2

P 2221	Bezeichnung im DM 5	Funktion
SDR(1)	1(1)= Slow down on slow down ramp	Der Antrieb bremst mit programmierter Verzögerungsrampe
QSR(2)	2(2)= Slow down on slow quickstop ramp	Bremsen mit Schnellhaltrampe
CLIM(3)	3(3)= Slow down on current limit	Bremsen mit max. Dynamik an der Stromgrenze. Der Drehzahlsollwert wird gleich 0 gesetzt.
Frei(4)	–	

Reaktion bei „Fehler“, „FaultReaction“

Tabelle 109.3

P 2222	Bezeichnung im DM 5	Funktion
POFF(0)	Disabled drive, motor is free to rotate	Endstufe sperren, der Antrieb trudelt aus
SDR(1)	Slow down on slow down ramp	Der Antrieb bremst mit programmierter Verzögerungsrampe
QSR(2)	Slow down on quickstop ramp	Bremsen mit Schnellhaltrampe
	3(3)= Slow down on current limit	Bremsen mit max. Dynamik an der Stromgrenze. Der Drehzahlsollwert wird gleich 0 gesetzt
CLIM(3)	Slow down on current limit	Bremsen mit max. Dynamik an der Stromgrenze. Der Drehzahlsollwert wird gleich 0 gesetzt
(4) -(4)	–	reserviert

Bremsrampe für „Quickstop“

Tabelle 109.4

P 2242	Einstellungen	MP_QuickStopDec:
(0)	3000	Einstellung der Schnellhalt Rampe

5.4 Referenzfahrten/Homing

Die antriebsgeführten Referenzfahrten sind gemäß des CANopen-Antriebsprofils DSP 402 ausgeführt.

HINWEIS:
Diese antriebsgeführten Referenzfahrten mit den entsprechenden Parametern werden auch bei der Steuerung über die Feldbusse SERCOS und PROFIBUS sowie der internen Sollwertgenerierung verwendet.

5.4.1 Antriebsgeführte Referenzfahrten (Busbetrieb)

Bei der Verwendung von relativen Gebersystemen muss der Antrieb über das Bit 11 im Steuerwort 1 referenziert werden. Sobald dieses Bit vom Master gesetzt wird, verfährt der Antrieb lagegeregelt mit internem Profilgenerator unter Berücksichtigung von Referenzfahrt-Geschwindigkeit, Referenzfahrt-Beschleunigung und der in der Referenzfahrt-Methode hinterlegten Strategie.

Geschwindigkeit der Referenzfahrt
Die Referenzfahrt-Geschwindigkeit wird über den Parameter **P 2262 MPRO_402_HomingSpeeds** im DriveManager vorgegeben. Der Anwender hat hierbei die Möglichkeit zwei unterschiedliche Referenzfahrtgeschwindigkeiten vorzugeben.

Tabelle 110.1

P 2262	MPRO_402_HomingSpeeds	Bezeichnung im DM 5	Funktion
(0)	SpeedSwitch(0)	Speed during search for switch	Geschwindigkeit auf dem Weg zum Endschalter
(1)	SpeedZero(1)	Speed during search for zero	Geschwindigkeit bei Fahrt auf den Nullpunkt

Beschleunigung der Referenzfahrt
Die Beschleunigung für die Referenzfahrt wird über den **P 2263 MPRO_402_HomingAcc** im DriveManager vorgegeben.

Nullpunktoffset
Absolut-Encoder (z. B. SSI-Multiturn-Encoder) stellen bei der Referenzfahrt eine Besonderheit dar, da sie direkt den absoluten Lagebezug herstellen. Zur Referenzierung mit diesen Encodern ist also keine Bewegung und unter Umständen auch keine Bestromung des Antriebs erforderlich. Um den Abgleich des Nullpunktes durchzuführen, wird der Referenzfahrt-Typ -5 empfohlen. Ein Nullpunkt-Offset kann über den Parameter **P 0525 ENC_HomingOff** eingestellt werden.

Nullimpuls-Auswertung
Wird eine Referenzfahrt ausgewählt, die eine Auswertung des Nullimpulses vorsieht, so wird dessen Auswertung automatisch im Hintergrund gestartet und nach beendeter Referenzfahrt automatisch gestoppt. Es besteht die Möglichkeit, zu Diagnosezwecken den Nullimpuls im Scope aufzuzeichnen (Scope Kanal: Encoder Position Channel 1/3 Np).

Referenznocken, Endschalter
Das Signal der Referenznocken kann wahlweise mit einem der digitalen Eingänge verknüpft werden. Es stehen die Eingänge ISD00 bis ISD06 zur Verfügung.
Bei der Referenzierung auf einen Endschalter muss der digitale Eingang mit dem zur Verfügung stehenden Auswahlparameter LCW(5) für einen positiven oder LCCW(6) für einen negativen Endschalter ausgewählt werden.
Bei der Referenzierung auf einen Nocken muss der Auswahlparameter HOMSW(10) gewählt werden (siehe Parameter **P 0101–P 0107**).

Tabelle 111.1

P.-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellung	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 2261	P 0101 bis P 0107 MPRO_INPUT_FSISDxx	MPRO_402_HomingMethod	Digitale Eingänge
(-7)		Move pos. direction, for distance coded encoder	Referenzfahrttyp für abstandskodierten Geber für positive Richtung
(-6)		Move pos. direction, for distance coded encoder	Referenzfahrttyp für abstandskodierten Geber für negative Richtung
(-5)	–	Act. position + homing offset (multiturn-encoder)	Referenzierung (Absolutwertgeber)
(-4)	HOMSW	Homing mode type 22 with continuous reference	Laufende Referenzierung, negative Flanke des Referenz-nockens
(-3)	HOMSW	Homing mode type 20 with continuous reference	Laufende Referenzierung, positive Flanke des Referenz-nockens
(-2)	–	No homing mode (act. position + homing offset)	Keine Referenzfahrt; es wird nur um einen Offset verfahren
(-1)	–	Reference position = homing offset (parameter HOOFF)	Istposition=Null
(0)	–	Not defined	Reserviert
(1)	LCCW	Neg. end switch, zero pulse	Referenzfahrt negativer Endschalter und Nullimpuls
(2)	LCW	Pos. end switch, zero pulse	Referenzfahrt positiver Endschalter und Nullimpuls
(3)	HOMSW	Pos. reference cams, zero pulse at RefNock=Low	Referenzfahrt auf Nocken negative Flanke, positive Fahrt-richtung + Nullimpuls
(4)	HOMSW	Pos. reference cams, zero pulse at RefNock=High	Referenzfahrt auf Nocken positive Flanke, positive Fahrt-richtung + Nullimpuls
(5)	HOMSW	Neg. reference cams, zero pulse at RefNock=Low	Referenzfahrt auf Nocken negative Flanke, negative Fahrt-richtung + Nullimpuls
(6)	HOMSW	Neg. reference cams, zero pulse at RefNock=High	Referenzfahrt auf Nocken positive Flanke, negative Fahrt-richtung + Nullimpuls
(7) bis (14)	HOMSW	Left reference cam polarity, zero pulse at RefNock=Low	Verschiedene Referenzfahrten auf Nocken
(15), (16)	–	Not defined	Reserviert
(17)	LCCW	Neg. end switch	Referenzfahrt negativer Endschalter
(18)	LCW	Pos. end switch	Referenzfahrt positiver Endschalter
(19)	HOMSW	Pos. reference cams, Stop at RefNock=Low	Referenzfahrt auf Nocken negative Flanke, positive Fahrtrichtung
(20)	HOMSW	Pos. reference cams, Stop at RefNock=High	Referenzfahrt auf Nocken positive Flanke, positive Fahrt-richtung
(21)	HOMSW	Neg. reference cams, Stop at RefNock=Low	Referenzfahrt auf Nocken negative Flanke, negative Fahrtrichtung
(22)	HOMSW	Neg. reference cams, Stop at RefNock=High	Referenzfahrt auf Nocken positive Flanke, negative Fahrtrichtung

Tabelle 112.1

P.-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellung	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 2261	P 0101 bis P 0107 MPRO_INPUT_FSISDxx	MPRO_402_HomingMethod	Digitale Eingänge
(23) bis (30)	HOMSW		Verschiedene Referenzfahrten auf Nocken
(31), (32)	–	Not defined	Reserviert
(33)	–	Next left zero pulse	Nullimpuls in negativer Fahrtrichtung
(34)	–	Next right zero pulse	Nullimpuls in positiver Fahrtrichtung
(35)	–	Actual position = Reference position	Nulllage ist die momentane Position

Referenzfahrt-Methode
Die Art der Referenzfahrt wird über Parameter P 2261 MPRO_402_HomingMethod ausgewählt (Typ (-5) bis Typ 35).

Im Weiteren werden die verschiedenen Referenzfahrttypen beschrieben. Die einzelnen Referenzpunkte, die dem Nullpunkt entsprechen, sind in den Grafiken nummeriert. Die unterschiedlichen Referenzfahrtgeschwindigkeiten (V1=SpeedSwitch, V2=SpeedZero) und die Bewegungsrichtung werden ebenfalls dargestellt.

Typ (-5): Absolut Encoder:
Dieser Typ ist für Absolut-Encoder (z. B. SSI-Multiturn-Encoder) geeignet. Die Referenzierung wird direkt nach Netz-Ein durchgeführt. Sie ist auch im stromlosen Zustand aktivierbar.
Die aktuelle Position entspricht dem Nullpunkt. Die Nullpunktposition berechnet sich aus der Encoder-Absolutlage + Nullpunkt-Offset.
Demnach liefert beispielsweise bei Betrieb eines SSI-Multiturn-Encoders die Referenzierung mit Nullpunkt-Offset = 0 die Absolutlage des SSI-Encoders. Eine erneute Referenzierung bei unveränderter Einstellung des Nullpunkt-Offsets führt nicht zu einer Änderung der Position.

Eine Referenzierung auf Block bzw. der Nullpunktabgleich der Anlage ist wie folgt vorzunehmen:

1. Nullpunkt-Offset = 0 eintragen
2. Referenzieren (Referenzfahrt starten) liefert Absolutlage des Gebers
3. Antrieb an Referenzposition (Maschinen-Nullpunkt) verfahren
4. Nun Nullpunkt-Offset eintragen (den Wert, um den die Position gegenüber der angezeigten Position verändert werden soll)
5. Erneut Referenzieren (Referenzfahrt starten)
6. Einstellung (Nullpunkt-Offset) speichern
7. Bei Netz-Ein wird das System automatisch referenziert. Ein manuelles Referenzieren ist nicht mehr notwendig.

Typ (-4): Nicht definiert

Typ (-3): Nicht definiert

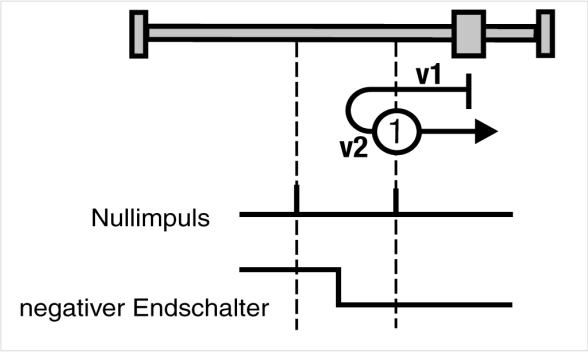
Typ (-2): Es wird keine Referenzfahrt durchgeführt:
Es wird keine Referenzfahrt durchgeführt. Die aktuelle Position wird mit dem Nullpunkt-Offset addiert. Bei erstmaligem Einschalten der Endstufe wird der Status „Referenzfahrt abgeschlossen“ gesetzt. Dieser Typ ist geeignet für Absolut-Encoder sofern kein Nullpunktabgleich erforderlich ist. Bei Nullpunktabgleich bitte Typ -5 wählen.

Typ -1: Istposition = 0:
Die aktuelle Istposition entspricht dem Nullpunkt, sie wird zu 0 gesetzt, d. h. der Regler führt einen Reset der Istposition durch. Der Nullpunkt-Offset wird addiert.

Typ 0:
Nicht definiert

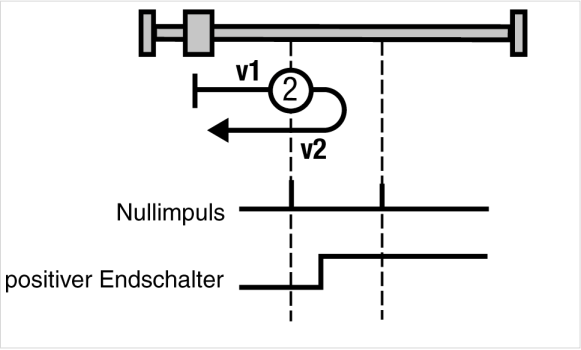
Typ: 1, Negativer Endschalter und Nullimpuls:
Die Anfangsbewegung erfolgt gemäß Bild 87 in Richtung des negativen, linken Hardware-Endschalters (dieser ist inaktiv) und die Bewegungsrichtung dreht sich bei aktiver Flanke um. Der erste Nullimpuls nach fallender Flanke entspricht dem Nullpunkt.

Abbildung 113.1 Typ 1: Negativer Endschalter und Nullimpuls



Typ 2: Positiver Endschalter und Nullimpuls
Die Anfangsbewegung erfolgt gemäß Bild 88 in Richtung des positiven, rechten Hardware-Endschalters (dieser ist inaktiv) und die Bewegungsrichtung dreht sich bei aktiver Flanke um. Der erste Nullimpuls nach fallender Flanke entspricht dem Nullpunkt.

Abbildung 113.2 Typ 2: Positiver Endschalter und Nullimpuls



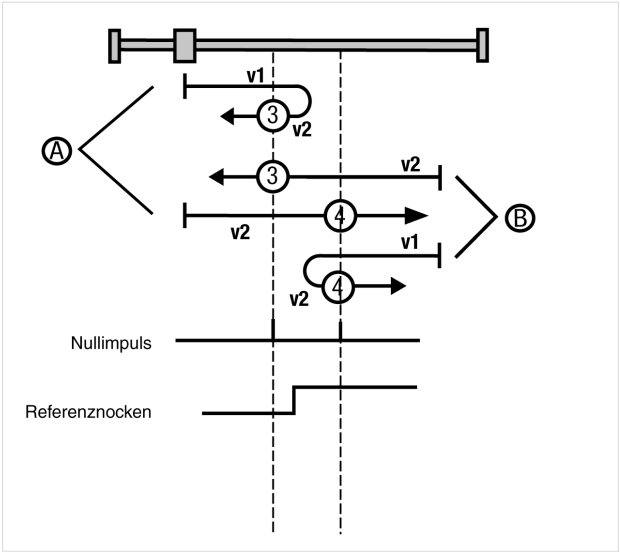
Typ 3+4: Positiver Referenznocken und Nullimpuls
Die Anfangsbewegung erfolgt gemäß Bild 89 in Richtung des positiven (rechten) Hardware-Endschalters falls der Referenznocken inaktiv ist, siehe Symbol A.

Sobald der Referenznocken aktiv ist, dreht sich bei Typ 3 die Bewegungsrichtung um. Der erste Nullimpuls nach fallender Flanke entspricht dem Nullpunkt.

Bei Typ 4 entspricht der erste Nullimpuls nach steigender Flanke dem Nullpunkt. Die Anfangsbewegung erfolgt in Richtung des negativen (linken) Hardware-Endschalters und der Referenznocken ist aktiv, siehe Symbol B.

Wird der Referenznocken inaktiv, dann entspricht bei Typ 3 der erste Nullimpuls dem Nullpunkt. Bei Typ 4 ändert sich die Bewegungsrichtung, sobald der Referenznocken inaktiv wird. Der erste Nullimpuls nach steigender Flanke entspricht dem Nullpunkt.

Abbildung 114.1 Typ 3+4: Positiver Refereznocken und Nullimpuls



Typ 5+6: Negativer Referenznocken und Nullimpuls
Die Anfangsbewegung erfolgt in Richtung des positiven, rechten Hardware-Endschalters und der Referenznocken ist aktiv, siehe Symbol A in Bild 90 .

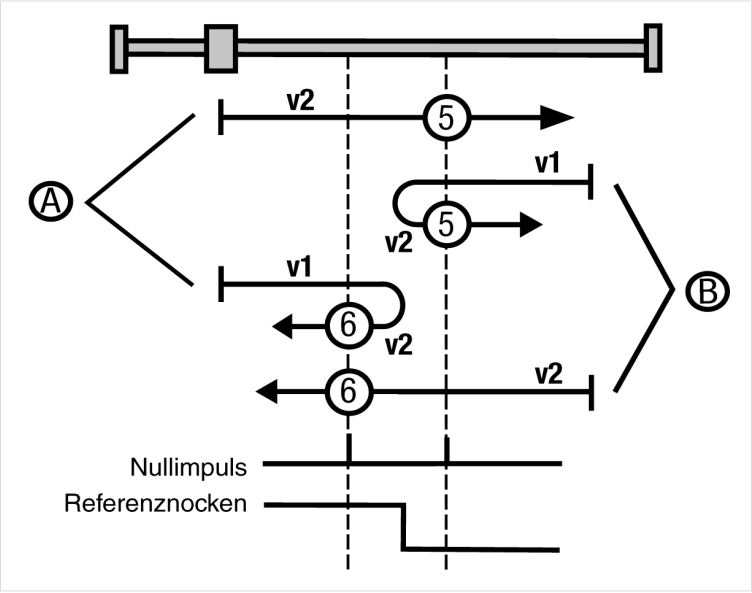
Bei Typ 5 entspricht der erste Nullimpuls nach fallender Flanke dem Nullpunkt.

Wird der Referenznocken inaktiv, dreht sich bei Typ 6 die Bewegungsrichtung, und der erste Nullimpuls nach steigender Flanke entspricht dem Nullpunkt. Die Anfangsbewegung erfolgt in Richtung des negativen (linken) Hardware-Endschalters, und der Referenznocken ist inaktiv, siehe Symbol B.

Bei Typ 5 ändert sich die Bewegungsrichtung sobald der Referenznocken aktiv wird, und der erste Nullimpuls nach fallender Flanke entspricht dem Nullpunkt.

Bei Typ 6 entspricht der erste Nullimpuls nach steigender Flanke dem Nullpunkt.

Abbildung 115.1 Typ 5+6: Negativer Referenznocken und Nullimpuls



Referenzfahrttyp für abstandscodierte Geber:

Typ (-6): move negative direction for distance coded encoder-

Typ (-7): move positive direction for distance coded encoder-

Typ 7 bis 10: Referenznocken, Nullimpuls und positiver Endschalter
Die Anfangsbewegung erfolgt in Richtung des positiven, rechten Hardware-Endschalters. Dieser und der Referenznocken sind inaktiv (siehe Symbol A in Bild 91. Typ 7 ändert die Bewegungsrichtung nach aktivem Referenznocken. Der Nullpunkt entspricht dem ersten Nullimpuls nach fallender Flanke. Bei Typ 8 entspricht der Nullpunkt dem ersten Nullimpuls bei aktivem Referenznocken. Typ 9 ändert die Bewegungsrichtung, wenn der Referenznocken überfahren wurde. Der Nullpunkt entspricht dem ersten Nullimpuls nach steigender Flanke. Bei Typ 10 wird der Referenznocken überfahren und der erste Nullimpuls danach entspricht dem Nullpunkt.

Die Anfangsbewegung erfolgt in Richtung des negativen (linken) Hardware-Endschalters. Der positive Endschalter ist inaktiv und der Referenznocken ist aktiv, siehe Symbol B.

Bei Typ 7 ist der Nullpunkt bei dem ersten Nullimpuls nach fallender Flanke des Referenznockens. Typ 8 ändert die Bewegungsrichtung nach fallender Flanke des Referenznockens. Der Nullpunkt entspricht dem ersten Nullimpuls nach steigender Flanke des Referenznockens.

Die Anfangsbewegung erfolgt in Richtung des positiven (rechten) Hardware-Endschalters. Dieser ist inaktiv, und der Referenznocken ist aktiv, siehe Symbol C.

Typ 9 ändert die Bewegungsrichtung, wenn der Referenznocken inaktiv wird. Der Nullpunkt entspricht dem ersten Nullimpuls nach steigender Flanke. Bei Typ 10 ist nach fallender Flanke des Referenznockens der erste Nullimpuls der Nullpunkt.

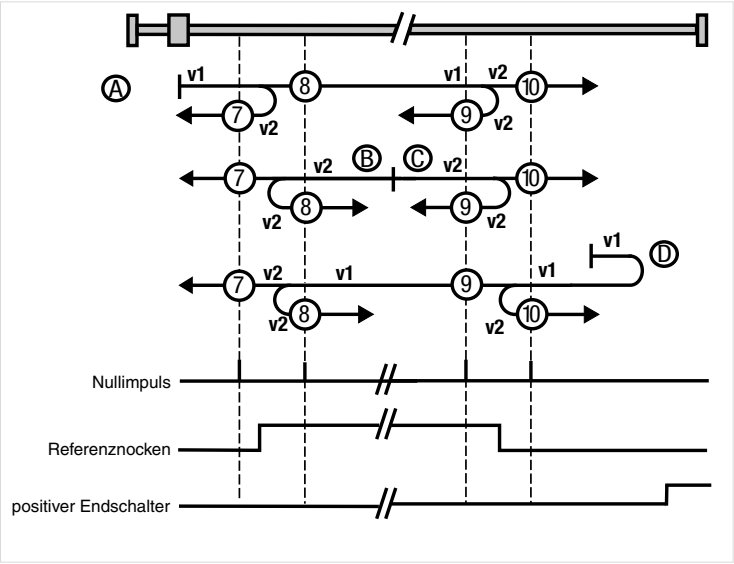
Die Anfangsbewegung erfolgt in Richtung des positiven, rechten Hardware-Endschalters. Dieser und der Referenznocken sind inaktiv. Sobald der positive Endschalter aktiv wird, ändert sich die Bewegungsrichtung, siehe Symbol C.
.
Bei Typ 7 entspricht der erste Nullimpuls nach Überfahren des Referenznockens dem Nullpunkt.

Typ 8 ändert die Bewegungsrichtung, wenn der Referenznocken überfahren wurde. Der Nullpunkt entspricht dem ersten Nullimpuls nach steigender Flanke.

Bei Typ 9 entspricht der Nullpunkt dem ersten Nullimpuls bei aktivem Referenznocken.

Typ 10 ändert die Bewegungsrichtung nach aktivem Referenznocken. Der Nullpunkt entspricht dem ersten Nullimpuls nach fallender Flanke.

Abbildung 117.1 Typ 7 bis 10: Referenznocken, Nullimpuls und positiver Endschalter



Typ 11 bis 14: Referenznocken, Nullimpuls und negativer Endschalter
Die Anfangsbewegung erfolgt in Richtung des negativen, linken Hardware-Endschalters. Dieser und der Referenznocken sind inaktiv, siehe Symbol A in Bild 92.

Typ 11 ändert die Bewegungsrichtung nach aktivem Referenznocken. Der Nullpunkt entspricht dem ersten Nullimpuls nach fallender Flanke. Bei Typ 12 entspricht der Nullpunkt dem ersten Nullimpuls bei aktivem Referenznocken.

Typ 13 ändert die Bewegungsrichtung, wenn der Referenznocken überfahren wurde. Der Nullpunkt entspricht dem ersten Nullimpuls nach steigender Flanke.

Bei Typ 14 wird der Referenznocken überfahren und der erste Nullimpuls danach entspricht dem Nullpunkt.
Die Anfangsbewegung erfolgt in Richtung des negativen (linken) Hardware-Endschalters. Dieser ist inaktiv, und der Referenznocken ist aktiv, siehe Symbol B.

Typ 13 ändert die Bewegungsrichtung, wenn der Referenznocken inaktiv wird. Der Nullpunkt entspricht dem ersten Nullimpuls nach steigender Flanke. Bei Typ 14 ist nach fallender Flanke des Referenznockens der erste Nullimpuls der Nullpunkt.

Die Anfangsbewegung erfolgt in Richtung des positiven (rechten) Hardware-Endschalters. Der negative Endschalter ist inaktiv und der Referenznocken ist aktiv, siehe Symbol C.

Bei Typ 11 ist der Nullpunkt bei dem ersten Nullimpuls nach fallender Flanke des Referenznockens. Typ 12 ändert die Bewegungsrichtung nach fallender Flanke des Referenznockens. Der Nullpunkt entspricht dem ersten Nullimpuls nach steigender Flanke des Referenznockens.

Die Anfangsbewegung erfolgt in Richtung des negativen (linken) Hardware-Endschalters. Dieser und der Referenznocken sind inaktiv. Sobald der negative Endschalter aktiv wird, ändert sich die Bewegungsrichtung, siehe Symbol D.

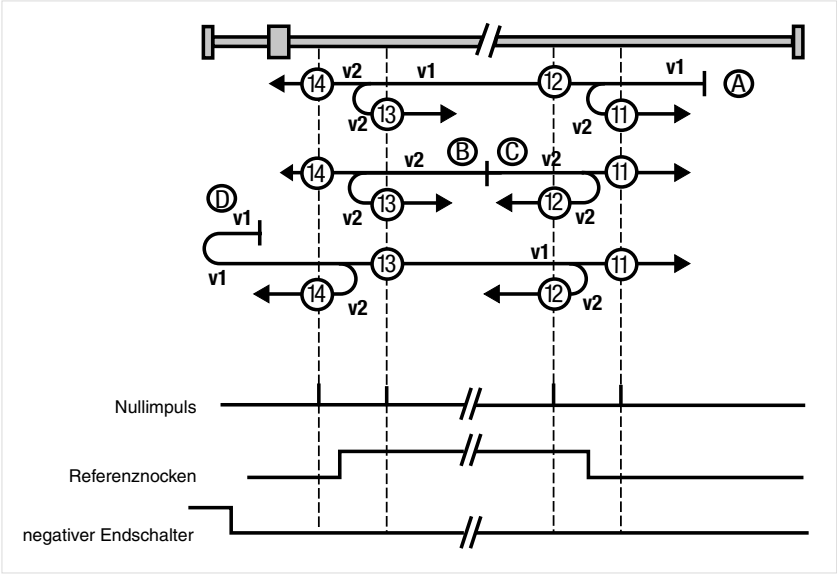
Bei Typ 11 muss der Referenznocken überfahren sein, dann entspricht der erste Nullimpuls dem Nullpunkt.

Typ 12 ändert die Bewegungsrichtung, wenn der Referenznocken überfahren wurde. Der Nullpunkt entspricht dem ersten Nullimpuls nach steigender Flanke.

Bei Typ 13 entspricht der Nullpunkt dem ersten Nullimpuls bei aktivem Referenznocken.

Typ 14 ändert die Bewegungsrichtung nach aktivem Referenznocken. Der Nullpunkt entspricht dem ersten Nullimpuls nach fallender Flanke.

Abbildung 118.1 Typ 11 bis 14: Referenznocken, Nullimpuls und negativer Endschalter

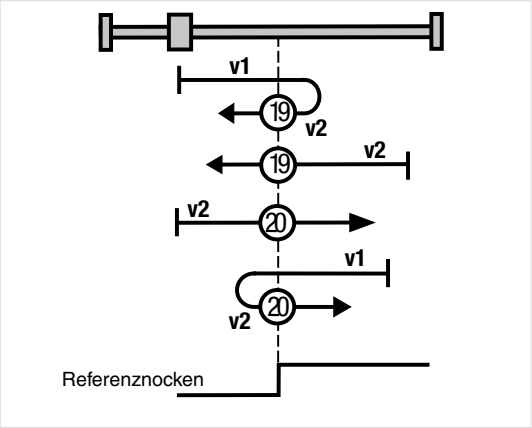


Typ 15+16: Diese Referenzfahrten sind nicht definiert.

Typ 17 bis 30: Referenznocken

Die Referenzfahrten Typ 17 bis 30 sind ähnlich den Typen 1 bis 14. Die Nullpunktbestimmung ist nicht abhängig vom Nullimpuls, sondern lediglich vom Referenznocken oder von den Endschaltern.

Abbildung 119.1 Typ 17 bis 30: Referenznocken



Typenvergleich der einzelnen Referenzfahrten

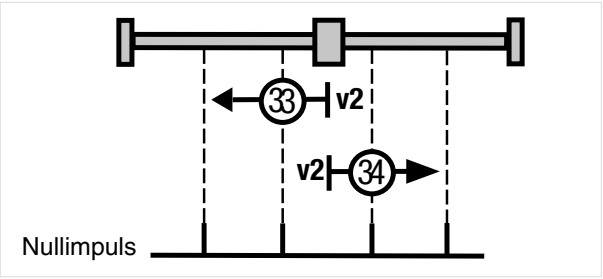
Tabelle 119.2 Optionskarte PROFIBUS

Typ 1 entspricht Typ 17 mit Nullimpuls	Typ 12 entspricht Typ 28 mit Nullimpuls
Typ 4 entspricht Typ 20 mit Nullimpuls	Typ 14 entspricht Typ 30 mit Nullimpuls
Typ 8 entspricht Typ 24 mit Nullimpuls	

Typ 31+32: nicht definiert

Typ 33+34: mit Nullimpuls
Der Nullpunkt entspricht dem ersten Nullimpuls in Bewegungsrichtung.

Abbildung 119.3 Typ 33 + 34: Nullimpuls



Typ 35:
Die aktuelle Istposition entspricht dem Nullpunkt.

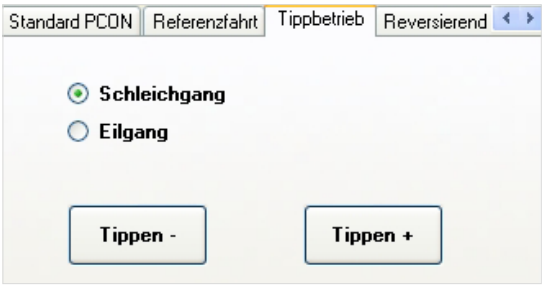
5.5 Tipp-Betrieb

Mit dem Tipp-Betrieb ist es möglich, den Antrieb per Hand zu verfahren. Als Sollwert kann sowohl ein Bussystem als auch die Sollwertquelle über Klemme ausgewählt werden. Die Einheit entspricht der gewählten Anwendereinheit (User unit). Es ist möglich, eine schnelle und eine langsame Geschwindigkeit für das Tippen in beide Drehrichtungen auszuwählen. Für das Tippen in positiver und negativer Richtung müssen zwei digitale Eingänge (ISD0x) auf INCH_P(7) = Jog + und INCH_P(8) = Jog - parametriert werden. Soll mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten getippt werden, müssen beide Eingänge aktiviert werden: Wird der Eingang für „JOG–" als erstes und dann der Eingang "für JOG+" aktiviert, wird mit Eilgang links verfahren. Wird der Eingang "für JOG+" als erstes und dann der Eingang "für JOG–" aktiviert, wird mit Eilgang Drehrichtung rechts verfahren. Im Tippbetrieb beschleunigt die Achse mit der für die Referenzfahrt festgelegten Beschleunigung.

Abbildung 120.1 Maske für Einstellungen Tippbetrieb

Zusätzlich ist es möglich den Antrieb über das Handbetriebsfenster im Tippbetrieb zu bewegen. Die Tippgeschwindigkeiten im Handbetriebsfenster richten sich nach den Werten der oberen Maske „Einstellungen Tippbetrieb".

Abbildung 120.2 Maske für den Tippbetrieb im Handbetriebsfenster

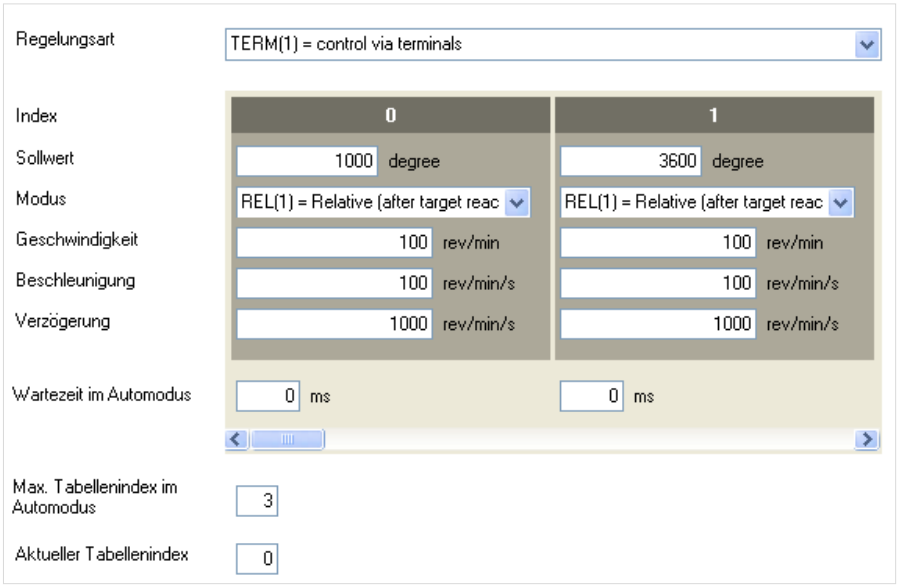


5.6 Tabellensollwerte

Die Vorgabe von Festdrehzahlen, Festdrehmomenten oder Festpositionen erfolgt über eine Tabelle. Mit Hilfe des Profilgenerators wird intern ein Verfahrprofil generiert. Die 16 Tabellenwerte sind über den „Slider" in der Maske anwählbar.

Sollwertvorgabe für Festpositionen:
Zu jedem Positionswert gehört eine Geschwindigkeit, eine Beschleunigungs- und eine Bremsrampe.

Abbildung 121.1 Maske der Sollwerttabelle



Es können bis zu 16 Verfahrsätze definiert werden (Index 0 ... 15)

Tabelle 121.2

P.-Nr.	Index	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0199	0-15	MPRO_TAB_PAcc	Position mode acceleration	Beschleunigungsrampe
P 0200	0-15	MPRO_TAB_PDec	Position mode deceleration	Bremsrampe
P 0201	0-15	MPRO_TAB_PSpd	Position mode speed	Geschwindigkeit
P 0202	0-15	MPRO_TAB_PPos	Position mode reference position	Sollwert
P 0203	0-15	MPRO_TAB_PMode	Position mode	Positionierungsart
(0)		ABS(0)	Absolut	Absolute Positionierung
(1)		REL(1)	Relative, after target reached	Relative Positionierung nach Erreichen der letzten Zielposition
(2)		REL at once(2)	Relative at once	Aktueller Verfahrauftrag wird unterbrochen und ein neu anstehender wird direkt übernommen und ausgeführt.
(3)		SPEED(3)	Endless, Speed controlled	Endlos verfahren, SPD (Endlosfahrauftrag): Steht ein Tabellenwert auf SPD wird ein Endlosfahrauftrag abgesetzt. Wird zusätzlich ein Tabellenwert mit der Einstellung ABS oder REL angewählt, so wird der Endlosauftrag beendet und der neu angewählte Tabellenwert von der aktuellen Position aus angefahren.

Tabelle 122.1

P.-Nr.	Index	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0204	0-15	MPRO_TAB_Wait time	Max time for position or speed control	Bei Folgeaufträgen: Wartezeit bis der nächste Fahrauftrag ausgeführt wird
P 0205		MPRO_TAB_Mode	Operation mode	Auswahl der Tabellenwerte
(0)		PARA(0)	Control via parameter **P0207**	Anwahl eines Tabellenwertes über **P 0207**
(1)		TERM(1)	Control via terminals	Anwahl eines Tabellenwertes über Klemme
(2)		AUTO(2)	Control via timer, **P 0204**	Anwahl eines Tabellenwertes über Timer **P 0204**
(3)		BUS(2)	Control via fieldbus	Anwahl eines Tabellenwertes über ein Feldbussystem
P 0206		MPRO_TAB_MaxIdx	Max Index im AUTO Mode	Einstellung, wie viele Tabellenwerte in Folge von oben nach unten in der Tabelle abgearbeitet werden sollen. Beispiel: Wenn dieser Wert auf 6 steht, werden die ersten 6 Sollwerte der Tabelle hintereinander abgearbeitet. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt bis die Tabellenfreigabe gestoppt oder der Startkontakt weggenommen wird.
P 0207		MPRO_TAB_ActIdx	Actual Index	Anzeige des augenblicklich angewählten Verfahrauftrages

HINWEIS:
Bevor ein Fahrsatz ausgeführt werden kann, erfolgt zunächst die Auswahl des Datensatzes. Anschließend muss dieser noch eingelesen werden. Erfolgt die Ansteuerung über Klemme, geschieht das mit einem auf „TBEN" parametrierten digitalen Eingang. Die Auswahl eines Verfahrauftrages über Feldbus erfolgt durch das Setzen der entsprechenden Bits (siehe Benutzerhandbuch der Feldbusoption).

HINWEIS:
Vor Parametrierung der Fahrsätze müssen die Einheiten und Normierungen geprüft werden.

Auswahl von Fahrsätzen:

Tabelle 122.2

Ansteuerung	Einstellung	Beschreibung
Ansteuerung über Klemme _ I/O configuration	Eingang ISDxx = TBEN	Freigabe eines gewählten Fahrsatzes Die Auswahl eines neuen Fahrauftrags unterbricht stets eine laufende Positionierung bzw. die Folgeauftragslogik.
Ansteuerung über Klemme _ I/O configuration	Eingang ISDxx = TAB0 bis TAB3	Die binäre Wertigkeit (2^0, 2^1, 2^2 , 2^3) ergibt sich aus der TABx-Zuordnung. Dabei besitzt die Einstellung TAB0 die niedrigste (2^0), die Einstellung TAB3 die höchste Wertigkeit (2^3). Ein Logisch-1-Pegel am Eingang aktiviert die Wertigkeit.
Ansteuerung über Feldbussystem	Bit „Fahrauftrag ausführen" Abgleich mit Steuerwort prüfen!!!	Freigabe eines gewählten Fahrsatzes Die Auswahl eines neuen Fahrauftrags unterbricht stets eine laufende Positionierung bzw. die Folgeauftragslogik.
Ansteuerung über Feldbussystem	Bit „Folgeauftrag aktivieren" Abgleich mit Steuerwort prüfen!!!	Die binäre Wertigkeit (2^0, 2^1, 2^2 , 2^3) ergibt sich aus der TABx-Zuordnung des Steuerwortes. Dabei besitzt die Einstellung TAB0 die niedrigste (2^0), die Einstellung TAB3 die höchste Wertigkeit (2^3).

Tabelleneinstellungen in Abhängigkeit der Regelungsart:

Tabelle 123.1

Regelungsart	Tabellen-Sollwert	Beschleunigungsrampe	Bremsrampe	Geschwindigkeit	Art der Positionierung
Drehmoment	P 0195	P 0193	P 0194		
Drehzahl	P 0198	P 0196	P 0197		
Position	P 0202	P 0199	P 0200	P 0201	P 0203

Sollwerteinstellung:
Über die Bewegungssteuerung Motion Control werden Sollwerte in benutzerdefinierten Wegeinheiten bereitgestellt. Diese Werte müssen auf die internen Einheiten umgerechnet werden. Dies geschieht über den Normierungsblock „Standardisation/units".
Für die Normierung des Antriebsreglers stehen drei Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung: Die Auswahl erfolgt über **P 0283 MPRO_FG_Type** (weitere Informationen (siehe Kapitel Normierung).

Geschwindigkeit:
Die Geschwindigkeit kann vorzeichenbehaftet vorgegeben werden. Eine negative Einstellung wird nur bei der Endlospositionierung ausgewertet. Sie wird begrenzt durch den Parameter **P 0328 CON_SCON_SMax**.

Anfahren und Abbremsen
Die Beschleunigungen für das Anfahren und Abbremsen können unabhängig voneinander parametriert werden. Die Eingabe darf nicht Null sein. Die Beschleunigungen werden durch die Begrenzungen kontrolliert.

Folgeauftrag:
Die Fahraufträge von Null beginnend bis zu dem in **P 0206** „Anzahl der abzuarbeitenden Folgeaufträge" eingestellten Wert, werden kontinuierlich abgearbeitet. Ist der in
P 0206 eingetragene Fahrsatz beendet, startet der erste Datensatz erneut. Das Abarbeiten wird erst durch die Wegnahme des Startkontaktes gestoppt. Ist bei einem Auftrag REL at once eingestellt, kann man den Fahrsatz abbrechen und sofort einen neuen anfahren.

Zu jedem Fahrsatz, für eine Drehzahl oder ein Drehmoment gehören jeweils eine Beschleunigungs- und eine Bremsrampe.

Fahrsätze bei Drehzahlregelung

Tabelle 123.2

P.-Nr.	Index	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P-0196	0-15	MPRO_TAB_SAcc	Speed mode acceleration	Beschleunigungsrampe
P-0197	0-15	MPRO_TAB_SDec	Speed mode deceleration	Bremsrampe
P 0198	0-15	MPRO_TAB_SRef	Speed mode reference value	Sollwert

Fahrsätze bei Drehmomentregelung

Tabelle 123.3

P.-Nr.	Index	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P-0193	0-15	MPRO_TAB_TAcc	Torque mode acceleration	Beschleunigungsrampe
P-0194	0-15	MPRO_TAB_TDec	Torque mode deceleration	Bremsrampe
P 0195	0-15	MPRO_TAB_TRef	Torque mode reference value	Sollwert

5.7 Messtaster (Touch probe)

Mit Hilfe der beiden schnellen digitalen Eingänge ISD05/06 kann ein Positionswert während des laufenden Betriebes erfasst und weiter verarbeitet werden. Wahlweise löst eine positive oder negative Schaltflanke die Aufnahme eines Messwertes aus.
Nach Freigabe des jeweiligen Messtasters wird nur beim ersten Messswert-Trigger ein Wert aufgenommen. Vor jeder weiteren Messung ist eine erneute Messtasterfreigabe erforderlich **P 2279** Bit 0 (Einmal-Messung).

Tabelle 124.1

P-Nr.	CANopenObjekt Nr.	Einstellung	Funktion
P 2285	-	2	CiA DS402 Bewegungsprofil (partiell)
P 2279	60B8 Steuerwort	0101 hex	Digitaleingang ISD05; Auslösen durch eine steigende Flanke
		0202 hex	Digitaleingang ISD05; Auslösen durch eine fallende Flanke
		0304 hex	Digitaleingang ISD06; Auslösen durch eine steigende Flanke
		0408 hex	Digitaleingang ISD06; Auslösen durch eine fallende Flanke
P 2280	60B9 Statuswort	0101 hex	Digitaleingang ISD05; Auslösen durch eine steigende Flanke
P 2280	60B9 Statuswort	0202 hex	Digitaleingang ISD05; Auslösen durch eine fallende Flanke
		0304 hex	Digitaleingang ISD06; Auslösen durch eine steigende Flanke
		0408 hex	Digitaleingang ISD06; Auslösen durch eine fallende Flanke
P 2081	60BA	Positionswert in Userein-heiten	Der Wert wird immer in dieses Objekt geschrieben, da hier keine 100 prozentige Übereinstimmung mit DS402 besteht.

6. Ein-/Ausgänge

6.1 Digitale Eingänge

Alle digitalen Eingänge des Reglers werden über einen Funktionsselektor eingestellt. Über diesen Selektor kann jedem Eingang eine eindeutige Funktion zugewiesen werden. Darüber hinaus kann man über die Schaltfläche **>Optionen** weitere Einstellungen vornehmen.

Funktionsselektor der digitalen Eingänge:

Abbildung 125.1 Funktionsselektor

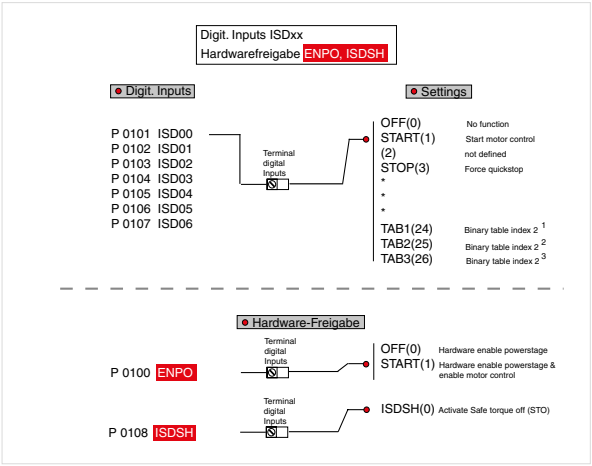


Abbildung 125.2 Maske der digitalen Eingänge

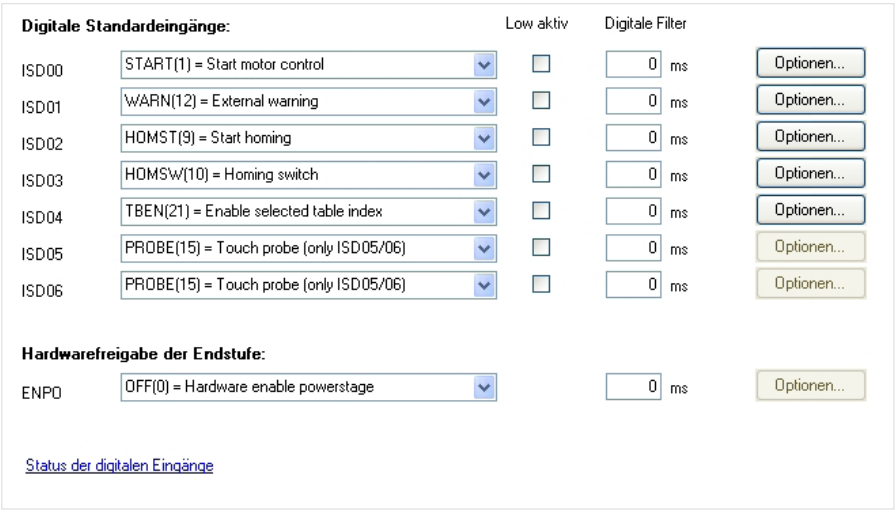
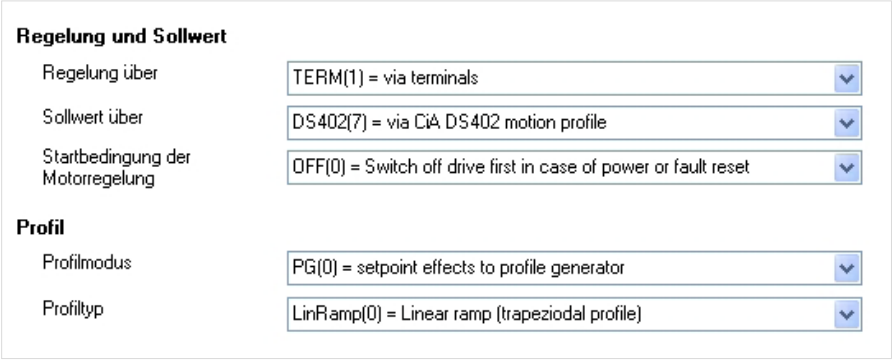

Digitale Standardeingänge:
Low aktiv
Digitale Filter
ISD00 START(1) = Start motor control 0 ms Optionen...
ISD01 WARN(12) = External warning 0 ms Optionen...
ISD02 HOMST(9) = Start homing 0 ms Optionen...
ISD03 HOMSW(10) = Homing switch 0 ms Optionen...
ISD04 TBEN(21) = Enable selected table index 0 ms Optionen...
ISD05 PROBE(15) = Touch probe (only ISD05/06) 0 ms Optionen...
ISD06 PROBE(15) = Touch probe (only ISD05/06) 0 ms Optionen...
Hardwarefreigabe der Endstufe:
ENPO OFF(0) = Hardware enable powerstage 0 ms Optionen...
Status der digitalen Eingänge

Abbildung 126.1 Beispiel für Funktion „Start“


Regelung und Sollwert
Regelung über
TERM(1) = via terminals
Sollwert über
DS402(7) = via CiA DS402 motion profile
Startbedingung der Motorregelung
OFF(0) = Switch off drive first in case of power or fault reset
Profil
Profilmodus
PG(0) = setpoint effects to profile generator
Profiltyp
LinRamp(0) = Linear ramp (trapeziodal profile)

Sieben digitale Eingänge (ISD00 bis ISD06) können über die Parameter **P 0101 bis P 0107** mit unterschiedlichsten Funktionen belegt werden. Die beiden Eingänge ISDSH STO „Safe Torque Off“ und ENPO „Enable Power“ sind für die Hardwarefreigabe reserviert. Für die Touchprobe-Funktion sind die beiden „schnellen“ Eingänge ISD05 und ISD06 vorgesehen.

Tabelle 126.2 Überblick über die Funktionsselektoren:

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0100	MPRO_INPUT_FS_ENPO	Function of digital input ENPO	Einstellung Hardwareeingang ENPO
	OFF(0)	Hardware enable powerstage	Der digitale Eingang ENPO (Klemme 10 an X4) ist für die Hardwarefreigabe reserviert. In der Default-Einstellung „OFF“ führt er nur die Funktion „Hardwarefreigabe“ aus. Man kann ihn darüber hinaus mit der Funktion „START“ belegen. In Kombination mit dem Parameter **P 0144** DRVCOM AUTO_START= „LEVEL“ ist der Autostartmodus aktiv. Soweit der STO aktiv ist, reicht ein Aktivieren der Hardwarefreigabe ENPO über die Klemme 10 an X4. um die Regelung des Antriebs einzuschalten (Kapitel 6)
	START(1)		
P 0101	MPRO_INPUT_FS_ISD00	Function of digital input ISD00	Einstellungen für die digitalen Eingänge ISD00 - ISD06 sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.
P 0102	MPRO_INPUT_FS_ISD01	Function of digital input ISD01	
P 0103	MPRO_INPUT_FS_ISD02	Function of digital input ISD02	
P 0104	MPRO_INPUT_FS_ISD03	Function of digital input ISD03	
P 0105	MPRO_INPUT_FS_ISD04	Function of digital input ISD04	Einstellungen für die digitalen Eingänge ISD00 - ISD06 sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.
P 0106	MPRO_INPUT_FS_ISD05	Function of digital input ISD05	
P 0107	MPRO_INPUT_FS_ISD06	Function of digital input ISD06	
P 0108	MPRO_INPUT_FS_ISDSH	Function of digital input ISDSH	Reserviert für STO (Safe Torque Off), (siehe auch Kapitel Ein-Ausgänge)
P 0109	MPRO_INPUT_FS_ISA00	Function of analog input ISA00	Analoger Eingang ISA00 siehe Kapitel analoge Eingänge
P 0110	MPRO_INPUT_FS_ISA01	Function of analog input ISA01	Analoger Eingang ISA01 siehe Kapitel analoge Eingänge

6.1.1 Einstellungen für die digitalen Eingänge ISD00-ISD06

Tabelle 127.1

P.-Nr. P 0101-P 0107	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Funktion
(0)	OFF	Eingang abgeschaltet
(1)	START	Start der Regelung – Motor wird bestromt. Die Drehrichtung ist vom Sollwert abhängig
(2)	(2)	Nicht definiert
(3)	STOP	Schnellhalt gemäß Schnellhalt Reaktion (Low aktiv) siehe „Reaktionen bei Schnellhalt“
(4)	HALT	Die laufende Achsbewegung gemäß der HALT-Reaktion siehe „Reaktionen bei HALT Vorschub“ wird unterbrochen und beim erneuten Setzen wieder fortgesetzt
(5)	LCW	Endschalterauswertung ohne Überfahrschutz. Die Reaktion bei Endschalteranfahrt und die Reaktion bei vertauschten Endschaltern sind einstellbar (siehe Kapitel Fehlerreaktionen, Alarm, Warnings)
(6)	LCCW	Endschalterauswertung ohne Überfahrschutz. Die Reaktion bei Endschalteranfahrt und die Reaktion bei vertauschten Endschaltern sind einstellbar (siehe Kapitel Fehlerreaktionen, Alarm, Warnings)
(7)	INCH_P	Im Positionier-Handbetrieb kann die Achse mit Schleich- oder Eilgeschwindigkeit verfahren werden (Tippen positiv)
(8)	INCH_N	Im Positionier-Handbetrieb kann die Achse mit Schleich- oder Eilgeschwindigkeit verfahren werden (Tippen negativ)
(9)	HOMST	Referenzfahrt starten: entsprechend des parametrierten Referenzfahrttyps in P 02261 MPRO_402_Homing Method
(10)	HOMSW	Referenznocken für die Nullpunktbestimmung bei Positionierung
(11)	E-Ext	Fehlermeldungen externer Geräte führen zu einer Störmeldung mit der Reaktion, wie in Parameter P 0030 Error-Reaction Sub Index 11 festgelegt wurde
(12)	WARN	Externe Sammelwarnung
(13)	RSERR	Fehlermeldungen werden mit steigender Flanke zurückgesetzt, wenn der Fehler nicht mehr vorliegt
(14)	MAN	Bei Feldbusbetrieb kann man über einen digitalen Schalter eine Umschaltung der Sollwertquelle P 0165 CON_CfgCon und des Steuerortes P 0159 MPRO_CTRL auf Term einstellen.
(15)	PROBE	Nur für die schnellen Eingänge ISD05 und ISD06 einstellbar
(16)	PLC	Platzhalter, Eingänge können unabhängig von der Einstellung immer gelesen werden
(17)	PLC_IR	Unterbrechung des Programms
(18)	(18)	Nicht definiert
(19)	(19)	Nicht definiert
(20)	(20)	Nicht definiert
(21)	TBEN	Übernahme des gewählten Tabellenfahrsatzes und dessen Ausführung
(22)	TBTBA	Teach-In für die Positions-Fahrsatztabelle
(23)	TAB0	Binäre Fahrsatzauswahl (Bit 0) , (Wertigkeit 20) für Drehzahl
(24)	TAB1	Binäre Fahrsatzauswahl (Bit 1), (Wertigkeit 21) für Drehzahl oder Positionierung
(25)	TAB2	Binäre Fahrsatzauswahl (Bit 2), (Wertigkeit 22) für Drehzahl oder Positionierung
(26)	TAB3	Binäre Fahrsatzauswahl (Bit 3), (Wertigkeit 23) für Drehzahl oder Positionierung

6.1.2 Hardwarefreigabe ISDSH STO (Safe Torque Off)

Für die Funktion „Sicher abgeschaltetes Drehmoment" STO nach EN 954-1 „Kategorie 3", unter Berücksichtigung der Anforderungen nach EN 61508 hinsichtlich der Erfüllung der systematischen Integrität für SIL 2, sind die Antriebsregler mit einem integrierten Schaltkreis mit Rückmeldekontakt ausgestattet. Die Logik unterbricht die Versorgungsspannung für die Impulsverstärker zur Ansteuerung der Leistungsendstufe. Kombiniert mit der Reglerfreigabe „ENPO" wird zweikanalig verhindert, dass im Leistungskreis ein für die Erzeugung eines Drehfeldes im Motor geeignetes Impulsmuster ansteht.
Nach dem Wegschalten des „ENPO" läuft der Motor ungeführt aus.
Funktionsprüfung: Die Funktion STO (Schutz gegen unerwarteten Anlauf) muss grundsätzlich auf korrekte Funktionstüchtigkeit geprüft werden:

- Bei der Erstinbetriebnahme
- Nach jedem Eingriff in die Verdrahtung der Anlage
- Nach jedem Austausch einer oder mehrerer Betriebsmittel der Anlage

Nach dem Wegschalten des STO läuft der Motor ungeführt aus

Der Antriebsregler hat einen separaten Relaiskontakt für die Rückmeldung (Klemme RSH an X4).

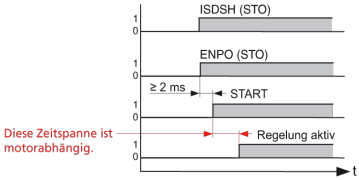
Achtung!
Die Ermittlung der für eine Anwendung erforderlichen Sicherheitskategorie, (Risikominderung) liegt in der Verantwortung des Maschinenbauers.

6.1.3 Hardwarefreigabe und Autostart

Der digitale Eingang ENPO (Klemme 10 an X4) ist für die Hardwarefreigabe reserviert. In der Default-Einstellung „OFF" führt er nur die Funktion „Hardwarefreigabe" aus. Man kann ihn darüber hinaus mit der Funktion „START" belegen. In Kombination mit dem Parameter **P 0144 DRVCOM AUTO_START= „LEVEL"** ist der Autostartmodus aktiv.
Soweit der STO aktiv ist, reicht ein Aktivieren der Hardwarefreigabe ENPO über die Klemme 10 an X4, um die Regelung des Antriebs einzuschalten.
Beim Wegschalten des „ENPO" läuft der Antrieb frei aus.

Einschaltsequenz
Unabhängig, welche Steuerungsart gewählt wurde, muss die Einschaltsequenz eingehalten werden um den Antrieb zu starten.

Abbildung 128.1 Startsequenz für die Regelung

Einschalt - Sequenz	Kommando	Systemzustand
	STO ISDSH ENPO-Enable Power FS_ISDXX oder Start.BIT= START(1) Regelung aktiv	2) Einschaltsperre (3) Einschaltbereit (4) Eingeschaltet (5) Regelung aktiv

Wird die Einschaltsequenz gemäß Abb. 6.4 erfüllt, startet der Antrieb mit steigender Flanke des auf START parametrierten Digitaleingangs bzw. mit dem Setzen des entsprechenden Start-Bits über ein Bussystem. Die Polarität des Sollwertes bestimmt die Drehrichtung.

6.1.4 Manuelle Antriebssteuerung über digitale Eingänge

Die Einstellung eines digitalen Einganges auf „MAN(14)" ermöglicht einen Wechsel des Steuerortes auf die in **P 0164 MPRO_REF_SEL_MAN** gewählte Sollwertquelle. Damit wird z B. eine schnelle Umschaltung auf die manuelle Steuerung für den Einricht- oder Notbetrieb möglich.

Tabelle 129.1

P.-Nr.	Parameterbezeichnung/Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0164	MPRO_INPUT_FS_ISDx	Function of digital input	Funktionsauswahl
(0)	OFF	No profile selected	Kein Profil gewählt
(1)	ANA0	Profile via channel analog 0	Sollwert von Analogeingang ISA0
(2)	ANA1	Profile via channel analog 1	Sollwert von Analogeingang ISA1
(3)	TAB	Profile via table positioning	Sollwert von Tabelle
(4)	(4)	Not defined	frei
(5)	PLC	Profile via PLC definition	Sollwert von PLC
(6)	PARA	Profile via parameter definition	Sollwert über Parameter
(7)	DS402	Profile via DS402 definition	Sollwert über CIA402 IE1131
(8)	SERCOS	Profile via SERCOS definition	Sollwert über SERCOS
(9)	PROFI	Profil via PROFIBUS definition	Sollwert über DriveCom

Tabelle 129.2 Benötigte Parameter

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0101 - P 0107	MPRO_INPUT_FS_ISD00 - ISD06	Function of digital input	Digitaler Eingang auf MAN(14) einstellen
P 0159	MPRO_CTRL_SEL	Motion control selection	Die Regelungsart darf beim Umschalten der Sollwertquelle nicht geändert werden.
P 0164	MPRO_REF_SEL_MAN	Motion profile selection	Sollwertquelle auf die umgeschaltet werden soll
P 0165	MPRO_REF_SEL	Motion profile selction	Sollwertquelle
P 0300	CON_CfgCon	Select control mode	Regelungsart darf nicht verändert werden

Wird ein auf „MAN(14)" eingestellter digitaler Eingang aktiviert, so stellt sich der Steuerort **P 0159 MPRO_REF_SEL auf „TERM"** um (Umschaltung auf TERM wird nicht im DM5 angezeigt).
Parallel wird die Sollwertquelle auf den über Paramater **P 0164-MPRO_REF_SEL_MAN** gewählten Sollwert eingestellt. Zusätzlich muss das Startsignal auf einen digitalen Eingang (ISDxx = Start) gelegt werden.

Die Regelungsart **P 0300_CON_CfgCon** ist dabei nicht umschaltbar. Der „MAN(14)"-Mode wird im Remote-Bit im CIA 402 angezeigt.

HINWEIS:

- Die Umschaltung in den „MAN"-Modus ist nicht möglich bei aktivierter Endstufe (Systemzustände 1,2,3) oder, wenn der Antrieb im DM5 über das Steuernfenster betrieben wird.
- Ein pegelgetriggerter START **(P 0144 MPRO_DRVCOM_AUTO_START=LEVEL (1))** wird im „MAN"-Modus ignoriert. Nach Aktivierung des „MAN"-Modus ist der START-Eingang neu zu setzen.
- Mit dem Beenden des „MAN"-Modus, stoppt auch die Motorregelung.

6.2 Digitale Ausgänge

Den digitalen Standardausgängen OSD00 bis OSD02 können ebenfalls über die Selektoren **P 0122** bis **P 0124** entsprechende Funktionen zugewiesen werden. Der Relaisausgang **P 0125 MPRO RELOUT1** ist für die Motorbremse vorgesehen. Er kann bei Bedarf über die Funktionsselektoren **P 0122 bis P 0124** auch mit anderen Funktionen belegt werden.
Der digitale Ausgang RELOUT2 ist fest auf die Funktionalität „STO SH_H" eingestellt und lässt sich in seiner Einstellung nicht ändern. Zusätzliche Information über die Funktion STO finden Sie in der Betriebsanleitung im Kapitel Sicherheit.

Abbildung 130.1 Funktionsblock zur Anpassung der digitalen Ausgänge

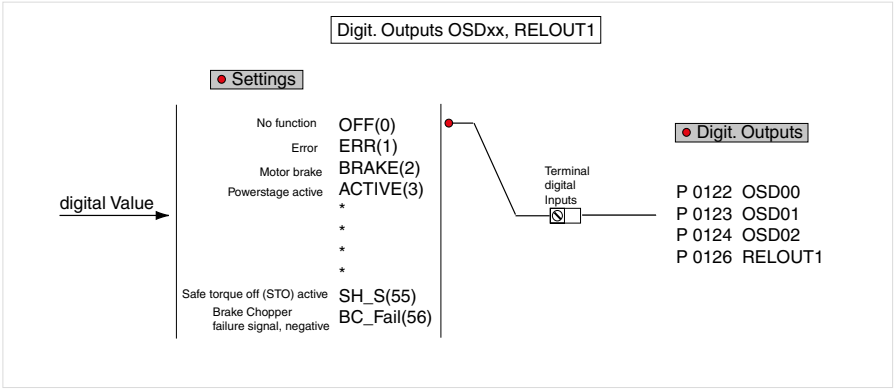


Abbildung 130.2 Eingabemaske für digitale Ausgänge

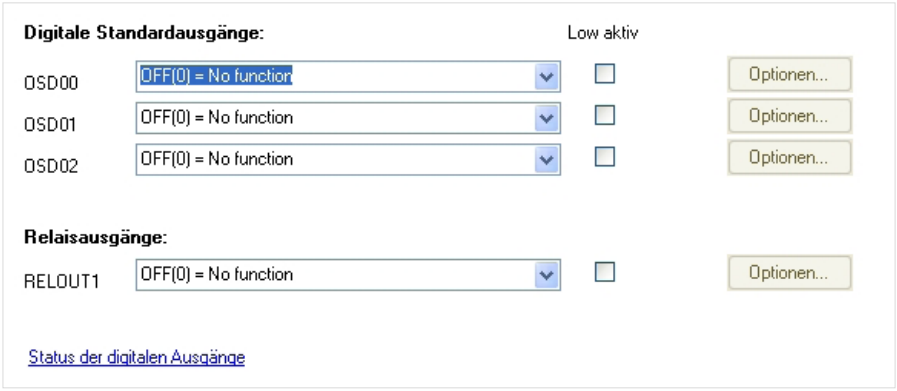


Tabelle 131.1

P.-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Beschreibung
P 0122 - P 0127	MPRO_OUTPUT_FS_OSD0x	Function of digital output	Funktionsauswahl
(0)	OFF(0)	No function	Eingang abgeschaltet
(1)	ERR(1)	Error	Sammelstörmeldung
(2)	BRAKE(2)	Motor brake	Ausgang wird aktiv, entsprechend der Haltebremsen-funktionalität, siehe Kapitel 4.6 Motorbremse
(3)	ACTV(3)	Power activ	Endstufe aktiv und Regelung/Steuerung in Funktion
(4)	S_RDY(4)	Device initialized	Ausgang wird aktiv, wenn das Gerät nach Netz-Ein initialisiert ist
(5)	C_RDY(5)	Control initialized	Ausgang wird aktiv, wenn das Gerät durch Setzen des Signals ENPO „Einschaltbereit" ist und keine Fehlermeldung anliegt.Gerät betriebsbereit - Flag ReadyToSwitchOn in DriveCom Statuswort gesetzt (in den Zuständen 3, 4, 5, 6, 7)
(6)	REF	Target reached,	Der vorgegebene Sollwert ist erreicht (Regelungsart abhängig)
(7)	HOMATD	Homing attained	Referenzfahrt beendet
(8)	E_FLW	Following error	Schleppfehler
(9)	ROT_R	Rotation right	Motor befindet sich im Stillstandsfenster bei Rechtslauf
(10)	ROT_L	Rotation left	Motor befindet sich im Stillstandsfenster bei Linkslauf
(11)	ROT_0	Motor stand still	Motor befindet sich im Stillstandsfenster, abhängig vom Istwert
(12)	STOP	Drive in „Quickstop"	Der Antrieb befindet sich im Zustand „Schnellhalt"
(13)	HALT	Drive in „halt"	Anzeige System ist im Zustand HALT, aktiviert über **DS 402 Profil**, Eingang oder PROFIBUS IntermediateStop, SERCOS. Reaktion erfolgt gem. HALT Option Code (**P-2221 MPRO_402_HaltOC**)
(14)	LIMIT	Reference limitation	Die Ausgangsfunktion LIMIT(14) erkennt, wenn ein Sollwert seine Begrenzung erreicht, in diesem Fall wird der Ausgang gesetzt.
(15)	N_GT_Nx	Speed greater than Nx	Nist größer Nx mit Nx = Wert in **P 0740 MON_ SpeedThresh**
(16)	N_LT_Nx	Speed less than Nx	Nist kleiner Nx mit Nx = Wert in **P 0740 MON_ SpeedThresh**
(17)	P_LIM_activ	Position setpoint limited	Positionssollwert begrenzt (z.B. bei parametrierten Software Endschaltern)
(18)	N_LIM_activ	Speed setpoint limited	Begrenzung Drehzahlsollwert aktiv
Warnungen/Warnschwellen sind über **P 0730 MON_WarningLevel** einzustellen.			

Tabelle 132.1

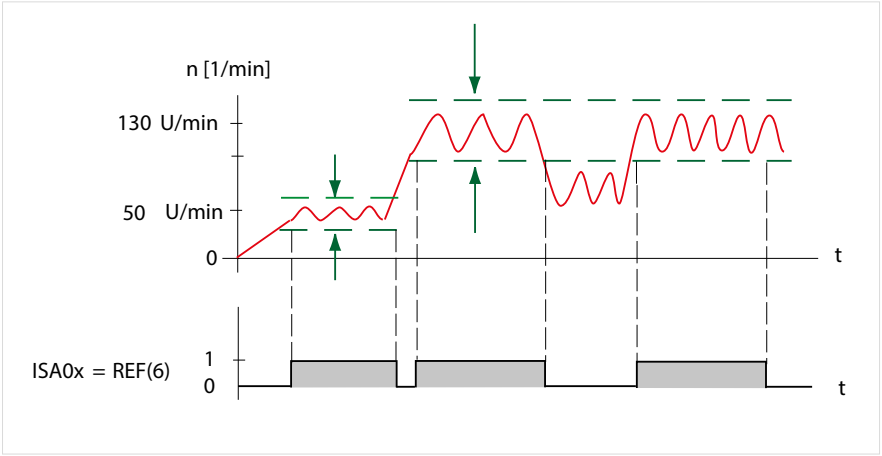
P.-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Beschreibung
P 0122 - P 0127	MPRO_OUTPUT_FS_ OSD0x	Function of digital output	Funktionsauswahl
(19)	I_LIM_activ	Current setpoint limited	Begrenzung Strom aktiv.
(20)	COM	Set via communication profile	Ausgang über COM option setzen
(21)	ENMO	Motor contactor output	Motorschütz aktivieren (Verdrahtung Motor über Schütz)
(22)	PLC	PLC sets output	Ausgang über PLC Programm verwenden
(23)	WARN	Warning	Warnung Sammelmeldung
(24)	WUV	Warning undervoltage	Warnung Unterspannung im Zwischenkreis
(25)	WOV	Warning overvoltage	Warnung Überspannung im Zwischenkreis
(26)	WIT	Warning I^2xt power stage	Warnung I^2xt-Endstufenschutzschwelle erreicht
(27)	WOTM	Warning overtemperatur motor	Warnung Motortemperatur
(28)	WOTI	Warning overtemperatur drive	Warnung Kühlkörpertemperatur des Umrichters
(29)	WOTD	Warning overtemperatur motor	Warnung Innenraumtemperatur des Umrichters
(30)	WLIS	Warning current threshold reaktion	Warnung Scheinstromgrenzwert überschritten
(31)	WLS	Warning speed threshold reaktion	Warnung Drehzahlgrenzwert überschritten
(32)	WIT	Warning I^2xt motor protection	Warnung I^2xt-Motorschutzschwelle
(33)	WLTQ	Warning torque/force threshold	Warnung Drehmomentgrenzwert überschritten
(34)	TBACT	Table positioning active	Tabellenpositionierung im Zustand AUTO und aktiviert
(35)	TB0	Actual table index 2^0	Wertigkeit 2^0
(36)	TB1	Actual table index 2^1	Wertigkeit 2^1
(37)	TB2	Actual table index 2^2	Wertigkeit 2^2
(38)	TB3	Actual table index 2^3	Wertigkeit 2^3
(39)-(54)	CM1 – CM16	Cam switch 1 bis 16	Nockenschaltwerk
(55)	SH_S	Safe Standstill activ	Funktion STO aktiviert
(56)	BC:Fail	Brake chopper failure signet	Bremschopper-Fehler

Warnungen/Warnschwellen sind über **P 0730 MON_WarningLevel** einzustellen

Ausgangsfunktion „Sollwert erreicht REF(6)“
P 0122 bis P 0127 OSDxx = REF(6)

Mit der Einstellung REF(6) für die Drehmoment-, Drehzahlregelung und für Positionierung kann ein Bereich definiert werden, in dem der Istwert vom Sollwert abweichen darf, ohne dass die Meldung „Sollwert erreicht“ (REF) inaktiv wird. Sollwertschwankungen durch Sollwertvorgabe, z. B. über analoge Eingänge können somit berücksichtigt werden.

Abbildung 133.1 Einstellung REF: Sollwert erreicht Fenster bei Drehzahlregelung über Analogeingang



Ausgangsfunktion „LIMIT(14)“
Die Ausgangsfunktion LIMIT(14) erkennt, wenn ein Sollwert seine Begrenzung erreicht. In diesem Fall wird der Ausgang gesetzt.

Die Grenzwerte für das maximale Drehmoment und die maximale Drehzahl richten sich nach der Regelungsart. Die genaue Beschreibung findet man im Kapitel Limits.

Drehmomentregelung:
Die Grenzwertüberwachung wird aktiv, wenn der Drehmomentsollwert das max. Drehmoment überschreitet.

Drehzahlregelung:
Die Grenzwertüberwachung wird aktiv, wenn der Drehzahlsollwert die max. Drehzahl überschreitet.

Positionierung:
Die Grenzwertüberwachung wird aktiv, wenn der Drehzahlsollwert die max. Drehzahl oder der Drehmomentsollwert das max. Drehmoment überschreitet.

Endlospositionierung/Geschwindigkeitsmodus:
Die Überwachung wird aktiv bei endloser Positionierung (Geschwindigkeitsmodus), wenn der Drehzahlsollwert erreicht wurde.

Wird eine laufende Positionierung mit „HALT“ unterbrochen, so wird in dieser Phase kein „Sollwert erreicht“ gemeldet. Erst wenn die eigentliche Zielposition erreicht wird, erfolgt die Meldung.

Ausgangsfunktion „Motorschütz schalten“ OSDxx = ENMO(21)
Das Schalten in der Motorleitung muss grundsätzlich im stromlosen Zustand erfolgen, da es sonst zu Problemen, wie abgebrannte Schützkontakte, Überspannungs- oder Überstromabschaltung kommen kann.

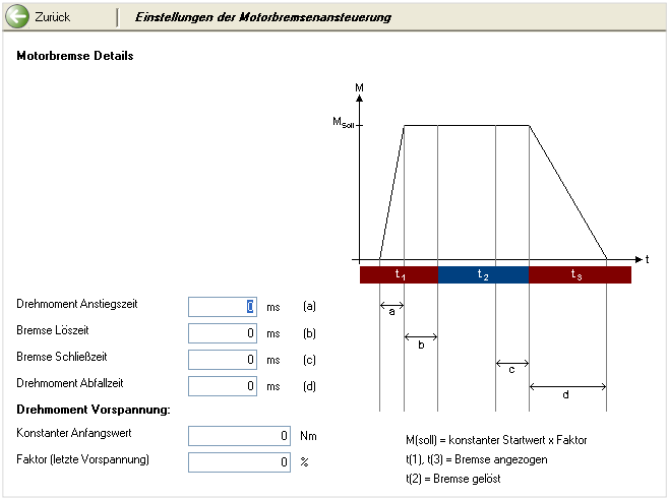
Um das stromfreie Schalten zu gewährleisten, müssen die Kontakte des Motorschützes vor der Freigabe der Endstufe geschlossen sein. Im umgekehrten Fall ist es notwendig, dass die Kontakte so lange geschlossen bleiben, bis die Endstufe abgeschaltet ist. Im Steuerungsablauf der Maschine müssen entsprechende Sicherheitszeiten für das Schalten des Motorschützes vorgesehen oder die spezielle Softwarefunktion ENMO des Antriebsreglers genutzt werden.

Die Steuerung eines Leistungsschützes in der Motorzuleitung kann direkt durch den Antriebsregler über den Parameter **P 0125 MPRO_OUTPUT_FS_MOTO = ENMO** erfolgen. Über den Timer **P 0148 MPRO_DRVCOM_ENMO_Ti** kann die Einschalt- und Ausschaltverzögerung des Leistungsschützes berücksichtigt werden. So wird sichergestellt, dass nach Startfreigabe der Sollwert erst nach geschlossenem Schütz anliegt bzw. bei inaktiver Endstufe der Motor mittels Schütz vom Positionierregler getrennt wird.

HINWEIS:
In der Zeitvorgabe des Timers **MPRO_DRVCOM_ENMO_Ti** sind zusätzliche Zeiten für das typische Schützprellen zu berücksichtigen. Diese können je nach Schütz mehrere 100 ms betragen.

Motorbremsenausgang RELOUT1:
Der Ausgang **P 0125 MPRO_OUTPUT_FS_Motor_Brake** ist beim Einsatz einer Bremse zu verwenden. Ist der Ausgang auf BRAKE(2) eingestellt, kann die Bremse über das Optionsfeld konfiguriert werden.

Abbildung 134.1 Bremsenausgang



Eine im Motor eingebaute Haltebremse (optional) bietet Schutz vor ungewollter Bewegung sowohl im stromlosen Zustand als auch im Fehlerfall.
Ist die Bremse an der Achsmechanik und nicht direkt an der Welle angebracht, können beim unverzögerten Einfallen der Bremse unerwünscht starke Torsionskräfte auftreten.

Achtung!
Bitte überprüfen Sie die Einstellungen der Stopprampen, wenn der Einsatz einer Haltebremse gefordert ist (Kapitel Bewegungsprofil, Stoprampen).

Die Bremsenreaktion lässt sich gemäß der folgenden Abbildung über die aufgeführten Parameter individuell an die Anforderung der Applikation anpassen. Die Funktion kann sowohl im drehzahl- als auch im lagegeregelten Betrieb genutzt werden.

Abbildung 136.1 Bremsverhalten: Bremsenausgang RELOUT1

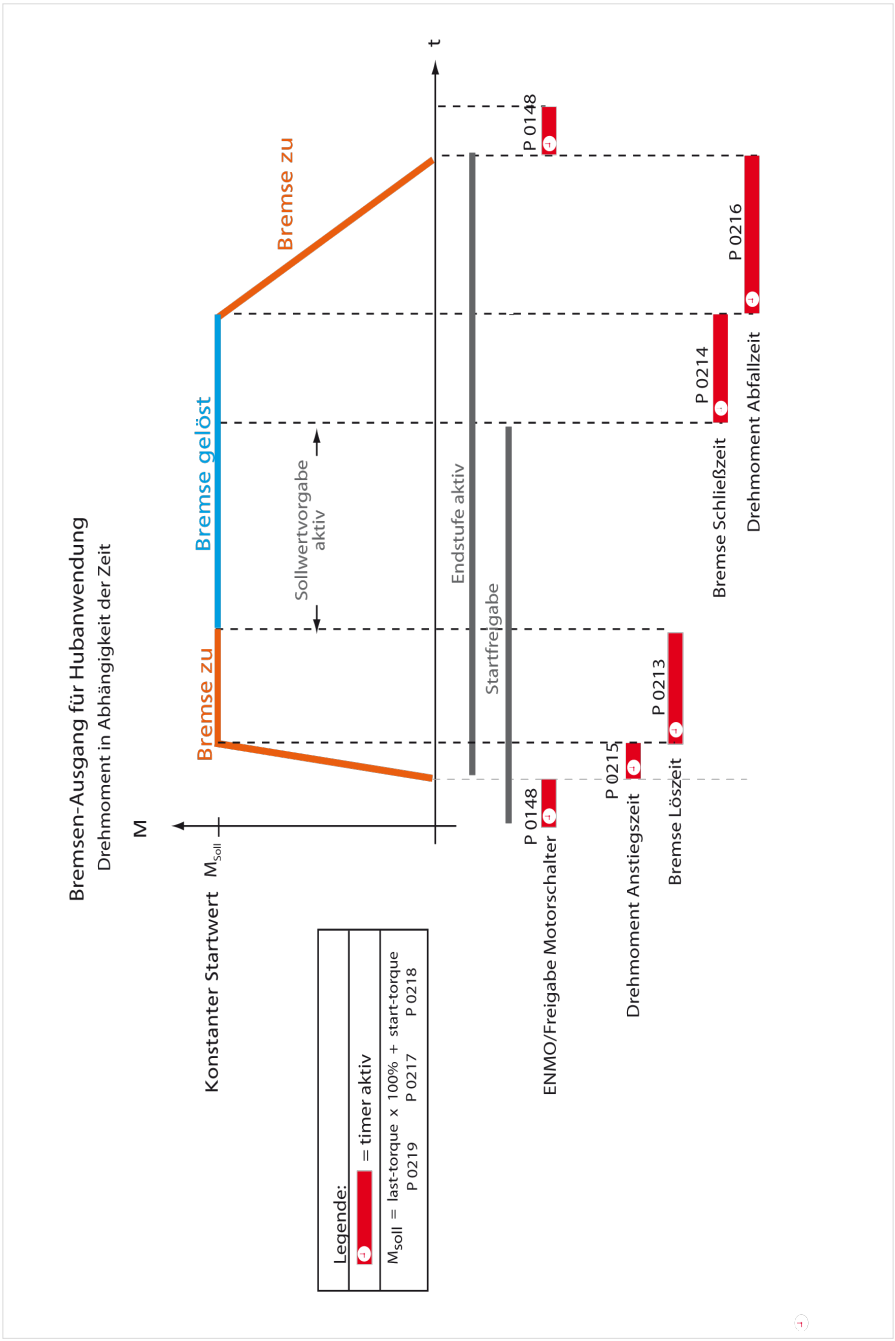


Tabelle 137.1

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0125	MPRO_OUTPUT_FS_MOTOR_BREAKE	Einstellung analoger Ausgang von OFF(0) bis BC_Fail(56)	Ausgang für die Benutzung einer Motorhaltebremse. Wird keine Bremse verwendet, ist der Ausgang für eine Vielzahl anderer Funktionen einsetzbar.
P 0147	MPRO_DRVCOM_EPCHK	CHECK EnablePower	Einschaltbedingung
(0)	OFF	NO CHECK = ENPO is set via ENMO-function	Hardwarefreigabe „ENPO" wird über das Motorschütz geschaltet.
(1)	ON	CHECK = ENPO is set via terminals	ENPO muss über einen digitalen Eingang geschaltet werden.
P 0148	MPRO_DRVCOM_ENMO	Time out in „Ready/to switch On; to enable motor switch	Der Timer „ENMO" (Enable Motorschütz) erzeugt eine Ein- und Ausschaltverzögerung des Motoschützes und damit der Endstufe. Die Wirkung ist aktiv beim Setzen und Rücksetzen des START-Befehls sowie auch im Fehlerfall.
P 0213	MPRO_BRK_LiftTime	Motor brake lift time	Mit der „Lift time" berücksichtigt man die mechanisch bedingte Öffnungszeit der Bremse. Ein anstehender Sollwert wird erst aktiviert, wenn dieser Timer abgelaufen ist.
P 0214	MPRO_CloseTime	Motor brake close time	Nach Wegnahme der Startbedingung oder im Fehlerfall startet die „Closetime". Sie ist die mechanisch bedingte Zeit, die eine Bremse zum Schließen benötigt.
P 0215	MPRO_RiseTime	Motor brake torque rise time	Die „Rise time" ist die Steigung der Rampe, mit der sich das Soll-Moment „Msoll" aufbaut.
P 0216	MPRO_FadeTime	Motor brake torque fade time	Die „FadeTime" ist die Abwärtsrampe mit der sich das Soll-Moment Msoll auf 0 abbaut.
P 0217	MPRO_BRK_LastTorqFact:	Motor brake factor for application of last torque	Ändern sich die Lasten nach einem erneuten Einschalten, empfiehlt sich ein Neustart mit dem LastTorque (Moment beim Abschalten). Dabei wird der Istwertparameter mit einem Faktor 1-100 % beaufschlagt. (0 % = Ausgeschaltet). Anmerkung: Beim allerersten Einschalten ist ein StartTorque **P 0218** einzustellen
P 0218	MPRO_BRK_StartTorq	Motor brake contstant initial torque	Bleibt die zu bewegende Last immer konstant, so wird Msoll über Parameter **P 0218** „StartTorque" eingestellt. M_{soll} = lasttorque * lasttorque-factor+ starttorque Setzt man gemäß der Formel den LastTorq-factor = 0, so nutzt man nur die StartTorque Einstellung. Setzt man StartTorque = 0, so nutzt man das Last Torque. Bei der allerersten Fahrt ist noch kein LastTorque vorhanden. In diesem Fall setzt man StartTorque = 0, den LastTorque-Factor ungleich 0 und startet dann die Regelung. Das zuletzt anstehende Moment wird übernommen.
P 0219	MPRO_BRK_LastTorq	Motor brake torque samples at last closing time	Dieser Parameter ist nur ein Anzeigeparameter. Dort wird das zuletzt anstehende Moment nach dem Abschalten eingetragen und durch den Scalefactor **P 0217** gegebenfalls noch mit einem prozentualen Wert beaufschlagt.
P 0220	MPRO_BRK Lock	Lock brake	Nur für den Testbetrieb. Man kann damit während des Betriebes gezielt durch Setzen dieses Parameters die Bremse einfallen lassen.

6.3 Analoge Eingänge

6.3.1 Analogkanal ISA0x

Damit über die beiden Analogeingänge ISA00 und ISA01 Sollwerte für die Regelung vorgegeben werden können, müssen die folgenden Funktionsselektoren entsprechend gesetzt sein.

Einstellung Analogeingang ISA00/01:
P 0109, P 0110 müssen jeweils auf REFV(-2) eingestellt sein. Die analog nutzbaren Funk-tionen sind durch ein (-) Zeichen gekennzeichnet (siehe Kapitel I/O configuration).

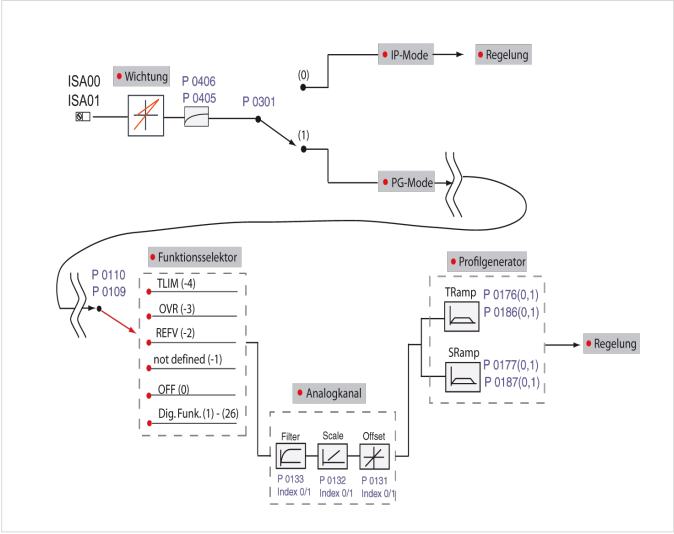
Tabelle 138.1

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichung im DM 5	Funktion
P 0109 P 0110	MPRO_INPUT_FS_ISA00/01	Function of analog input ISA00/01	Funktion des analogen Eingangs
	REFV(-2)	Analog command	Der analoge Sollwert kann an die Regelung weiter-gereicht werden
P 0165	MPRO_REF_SEL	Motion profile selection	Sollwertselektor
	(1) ANA1(2)	Via analog channel ISA01	Anwahl der analogen Sollwertquelle

Je nach parametrierter Regelungsart (**P 0300 CON_CfgCon**) kann man eine Drehzahl oder ein Drehmoment als Soll-wert vorgeben.

Strukturbild:

Abbildung 138.2 Sollwerte über Analogeingang (Analogchannel ISA00 und ISA01)



Für jede Regelungsart (Drehmoment-, Drehzahl- und Lageregelung) werden Parameter für die Sollwertverarbeitung bereitgestellt. Die Skalierung, Wichtung, ein Offset und eine Schwelle (Backlash) sind einstellbar. Die Parameter werden in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben. Außerdem ist die Filterung des Sollwertes über die Parameter **P 0405 CON_ANA_Filt0** und **P 0406 CON_ANA_Filt1** möglich.

HINWEIS:
Zusätzliche Informationen über den PG-, und IP-Mode sind dem Kapitel Bewegungsprofil 5 „Profilgenerator/Interpolated mode“ zu entnehmen.

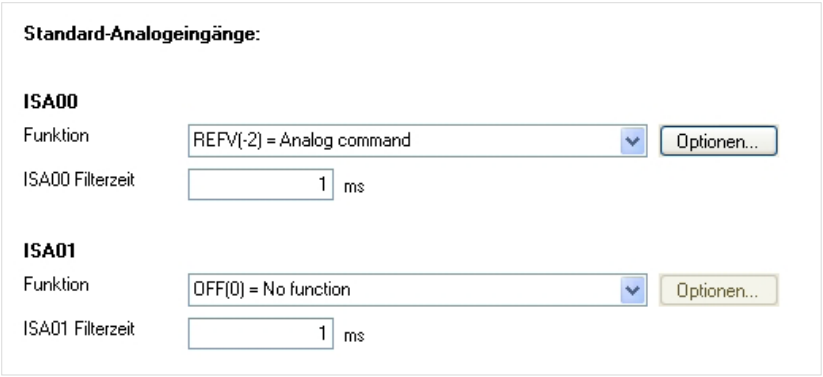
6.3.2 Sollwertvorgabe über die Analogeingänge (IP/PG-Mode)

Durch den Parameter **P 0301 CON_REF_Mode** wird festgelegt, ob die analogen Sollwerte über den Rampengenerator (Einstellung PG(0)) oder direkt (Einstellung IP(1)) vorgegeben werden.

Bei der direkten Vorgabe über den IP-Mode sind lediglich die Eingangsfilter aktiv. Die Analogwerte werden dann im Takt der Stromregelung abgetastet, gefiltert und unmittelbar als Sollwert für die Drehzahl- bzw. Drehmomentregelung weitergegeben. Dies ist z. B. die einzustellende Betriebsart, wenn in einer überlagerten Steuerung der Lageregler (oder Drehzahlregler) implementiert ist und dieser die Drehzahlsollwerte (oder Drehmomentsollwerte) über den Analogeingang an den Antriebsregler übergibt.

Mit den beiden analogen Eingängen ISA00 und ISA01 werden die analogen Sollwerte (Eingangssignale) aufbereitet und gefiltert. Es stehen vier analoge Funktionen zur Verfügung.

Abbildung 139.1 Einstellung der analogen Eingänge



Scale-, Offset-, Backlash-Funktion, Rampen

Zu Beginn der Konfiguration erfolgt die Zuordnung (Scale) der +/- 10 V zum maximalen Sollwert (z.B. 3000 U/min). Bauteilstreuungen werden über die Offsetfunktion kompensiert und die Einstellung Backlash legt einen Totgangsbereich fest. Die Einstellung zur Vorgabe von Drehmomentsollwerten über den Analogkanal erfolgt ähnlich wie bei der Drehzahlregelung. Die Brems- bzw. Beschleunigungsrampe entspricht der Rampe für den Drehmomentaufbau bzw. Drehmomentabbau.

Abbildung 140.1 Optionen

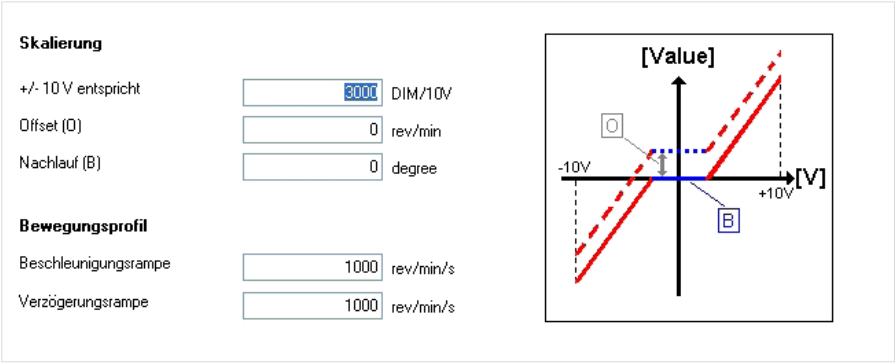


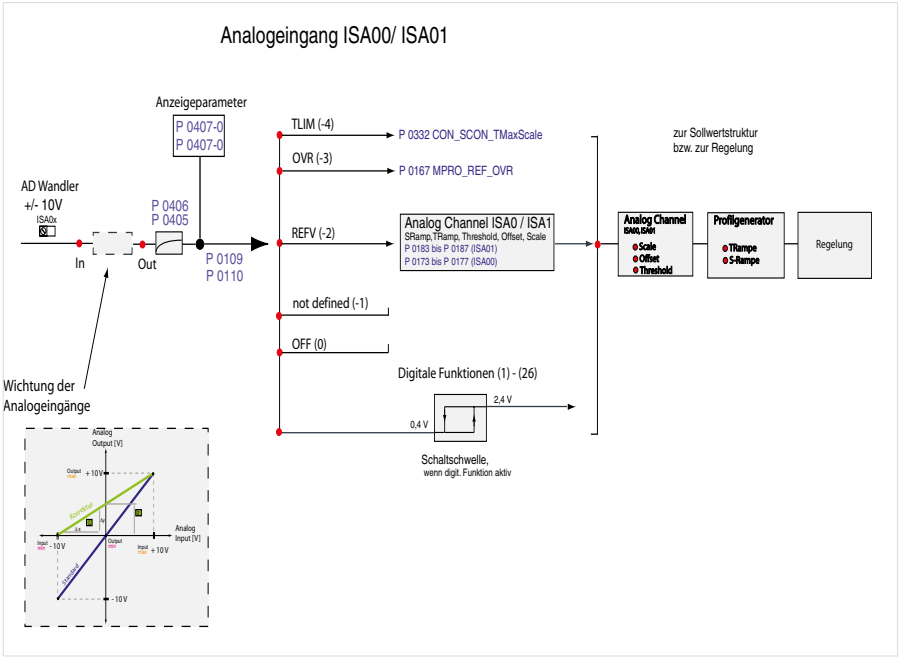
Tabelle 140.2

P.-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0173 P 0183	MPRO_ANA0_Scale	Scale factors	Skalierung/Wichtung:
(0)	TScale	Scale factor for torque reference	Skalierung für den Drehmomentsollwert (Nm/10 V)
(1)	SScale	Scale factor for speed reference	Skalierung für den Drehzahlsollwert (1/min / 10 V)
(2)	PScale	Scale factor for position reference	Skalierung für den Lagesollwert (user Einheit/10 V)
P 0174 P 0184	MPRO_ANA1_OFF	Offset	Sollwertoffset (Nm)
(0)	TOffset	Offset for torque reference	Offset für den Drehmomentsollwert [Nm]
(1)	SOffset	Offset for Speed reference	Offset für den Drehzahlsollwert [U/min]
(2)	POffset	Offset for position reference	Offset für den Lagesollwert [user Einheit]
P 0175 P 0185	MPRO_ANA1_Thresh	Threshold	Totgang
(0)	TThreshold	Threshold for torque reference	Totgang für den Drehmomentsollwert [Nm]
(1)	SThreshold	Threshold for speed reference	Totgang für den Drehzahlsollwert [U/min]
(2)	PThreshold	Threshold for position reference	Totgang für den Lagesollwert [user Einheit]
P 0176 P 0186	MPRO_ANA0_TRamp	Acceleration ramp(0) and deceleration ramp (1)	Beschleunigungsrampe (0), Bremsrampe (1)
(0)	TRamp	Torque acceleration ramp	Drehmoment-Beschleunigungsrampe
(1)	TRamp	Torque deceleration ramp	Drehmoment-Bremsrampe
P 0177 P 0187	MPRO_ANA0_SRamp	Speed mode acceleration (0) and deceleration (1)	Beschleunigungs- und Bremsrampe
(0)	SRamp	Speed acceleration ramp	Drehzahl-Beschleunigungsrampe
(1)	SRamp	Speed deceleration ramp	Drehzahl-Bremsrampe
P 0405 P 0406	CON_ANA_Filt0	Filter time	Filterzeit für den analogen Eingang (0-100 ms

Der Sollwert kann über den Parameter **P 0405 CON_ANA_Filt0** gefiltert werden.

Umschaltung PG/IP, Analog Kanal und Wichtung

Abbildung 141.1 Funktionsblock Analoge Eingänge, Umschaltung PG/IP, Analog Kanal und Wichtung



Analoge Einstellmöglichkeiten (-4) bis (-1)

Tabelle 142.1

P.-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0109 P 0110	MPRO_INPUT_FS_ISA00/ ISA01	Function of anlalog input ISA0x	Funktionsauswahl
(-4)	TLIM(-4)	Analog Torque limit 0-100%	Online-Drehmomentskalierung: 0 bis 10 V entsprechen 0-100 % vom maximal eingestellten Drehmoment. Die Drehmomentskalierung wird direkt nach dem Analogfilter und vor dem Totgang (Threshold, Offset)) erfasst. Der Analogeingang beschreibt den Parameter **P 0332 SCON TMaxScale** Drehmomentbegrenzung. Der Totgang ist daher für diese Funktionen nicht wirksam.
(-3)	OVR(-3)	Speed Override 0 - 100 % at positioning	0 bis 10 V entsprechen 0 – 100 % Skalierung der parametrierten Fahrgeschwindigkeit bei Positionierung. Der Override wird direkt hinter dem Analogfilter und vor dem Totgang abgegriffen. An dieser Stelle wird zum Parameter **P 0167 Profile Speed override factor** verzweigt. Der Totgang (Threshold, Offset) ist daher für diese Funktionen nicht wirksam!
(-2)	RERFV(-2)	Analog command	Sollwertvorgabe +/-10 V, Normierungen beachten und Sollwertstruktur mittels Sollwertselektor anpassen.
(-1)	Not defined(-1)	Not defined	Nicht belegt
(0)	OFF(0)	No function	Keine Funktion
(1)-(26)	START - Tab3 (1) - (26)	Entspricht den Einstellungen wie bei den digitalen Eingängen ISD00 bis ISD06	(1)-(26) digitale Nutzung

Achtung!
Die analogen Eingänge werden im 1 ms Takt betrieben. Durch das Umstellen des Parameters **P 0301** von PG(0) auf IP(1) Mode kann ein analoger Eingang als „schneller Eingang“ verwendet werden. Es wirkt die im Parameter **P 0306** für die Interpolation eingestellte Abtastzeit.

HINWEIS:
Die beiden analogen Eingänge ISA00 und ISA01 sind zusätzlich als digitale Eingänge (Funktion (1) - (26) einsetzbar. Die Schaltschwellen für sicheren Highpegel und Lowpegel sind:

high: > 2,4 V, low: < 0,4 V

6.3.4 Wichtung der Analogeingänge

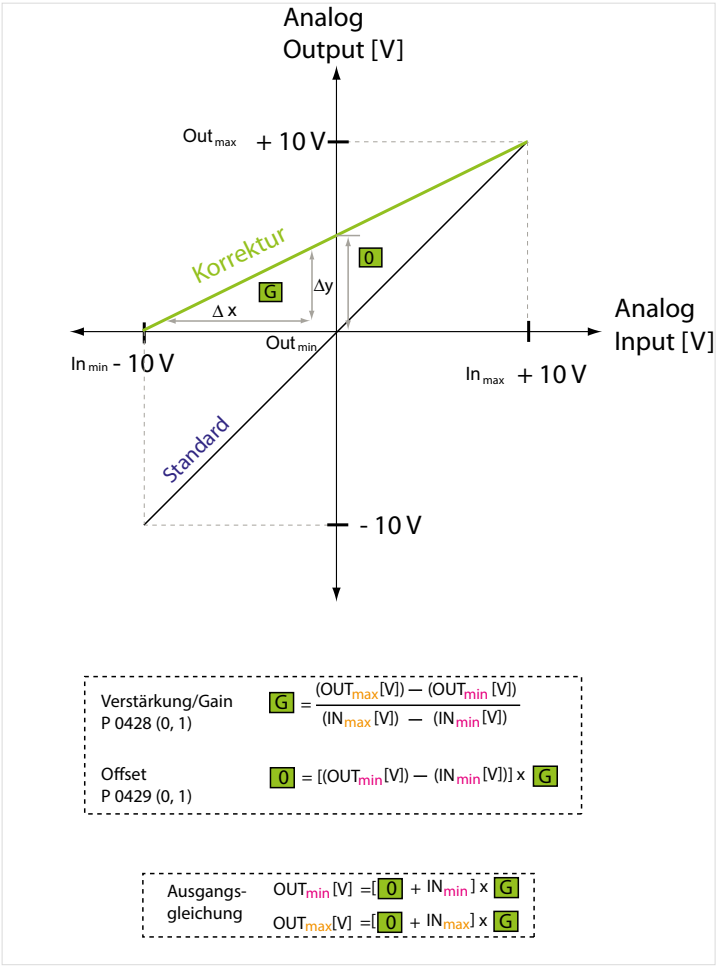
Es ist möglich, die Wichtung der beiden Eingänge zu verändern. Mit den beiden Paramtern **P 0428** und **P 0439** können Eingangsverstärkung und Eingangsoffset verändert werden

Gründe für das Verändern der Wichtung:

- Änderung des Eingangsspannungsbereiches der analogen Drehmomentskalierung
- Änderung des Eingangsspannungsbereiches der Geschwindigkeits-Override Funktion
- Änderung der Schaltschwelle bei einer digitalen Eingangsfunktion

In der Abbildung ist die Wirkungsweise der Wichtungsfunktion dargestellt. Mit den angegebenen Formeln lassen sich die Verstärkung und der Offset bestimmern.

Abbildung 143.1 Wichtung der analogen Eingänge



Beispiel: Analoge Drehmomentwichtung:

Default-Einstellung (Standardfunktion des Reglers):
Ein Eingangsspannungsbereich der Drehmomentskalierung von
0 V bis +10 V entspricht 0% - 100%.
-10 V bis 0 V entspricht 0%.

Korrektur der Eingangs- und der Offsetverstärkung:
Der komplette +/-10 V-Eingangsspannungsbereich soll genutzt werden.
-10 V entspricht 0%
+10 V entspricht 100% der Drehmomentskalierung
Hierfür sind folgende Einstellungen vorzunehmen:
-10 V Eingangsspannung (Inmin = -10 V) entspricht 0 V Ausgangsspannung (Outmin = 0 V)
entspricht 0% Drehmomentskalierung

+10 V Eingangsspannung (Inmax = +10 V) entspricht +10 V Ausgangsspannung (OUTmax = 0 V)
entspricht 100% Drehmomentskalierung

Daraus ergibt sich nach der Formel:
Verstärkung G = 0,5
Offset O = 5 V

7. Begrenzungen

7.1 Begrenzung der Regelung

Zum Schutz des Gerätes, des Motors und der gesamten Anlage ist es notwendig, verschiedene Größen zu begrenzen. Die unterschiedlichen Begrenzungen werden im Folgenden beschrieben. Sie wirken unabhängig von anderen Begrenzungen innerhalb des Motion Profils. Darüber hinaus bietet der Servoregler die Möglichkeit, die Begrenzungen für positive und negative Werte unsymmetrisch vorzunehmen und/oder die Begrenzungen online zu verändern. Die Begrenzungen werden als Prozentwerte auf die Bemessungsgrößen (Strom, Drehmoment, Drehzahl,...) bezogen, so dass nach der Berechnung sinnvolle Defaulteinstellungen vorliegen. Die Default-Einstellungen beziehen sich auf 100% der Bemessungsgrößen und die Parameter müssen somit an die Applikation und den Motor angepasst werden.

7.1.1 Drehmomentbegrenzung

Zum Schutz vor Überdrehzahl wird bei Erreichen der Maximaldrehzahl **P 0329** ein Drehzahlregler zugeschaltet, durch den die Drehzahl auf den parametrierten Maximalwert begrenzt wird. Es ist möglich, sowohl das negative (**P 0330**) als auch das positive Drehmoment (**P 0331**) unabhängig voneinander, online zu begrenzen.

Abbildung 145.1 Drehmomentbegrenzung ohne Feldschwächung

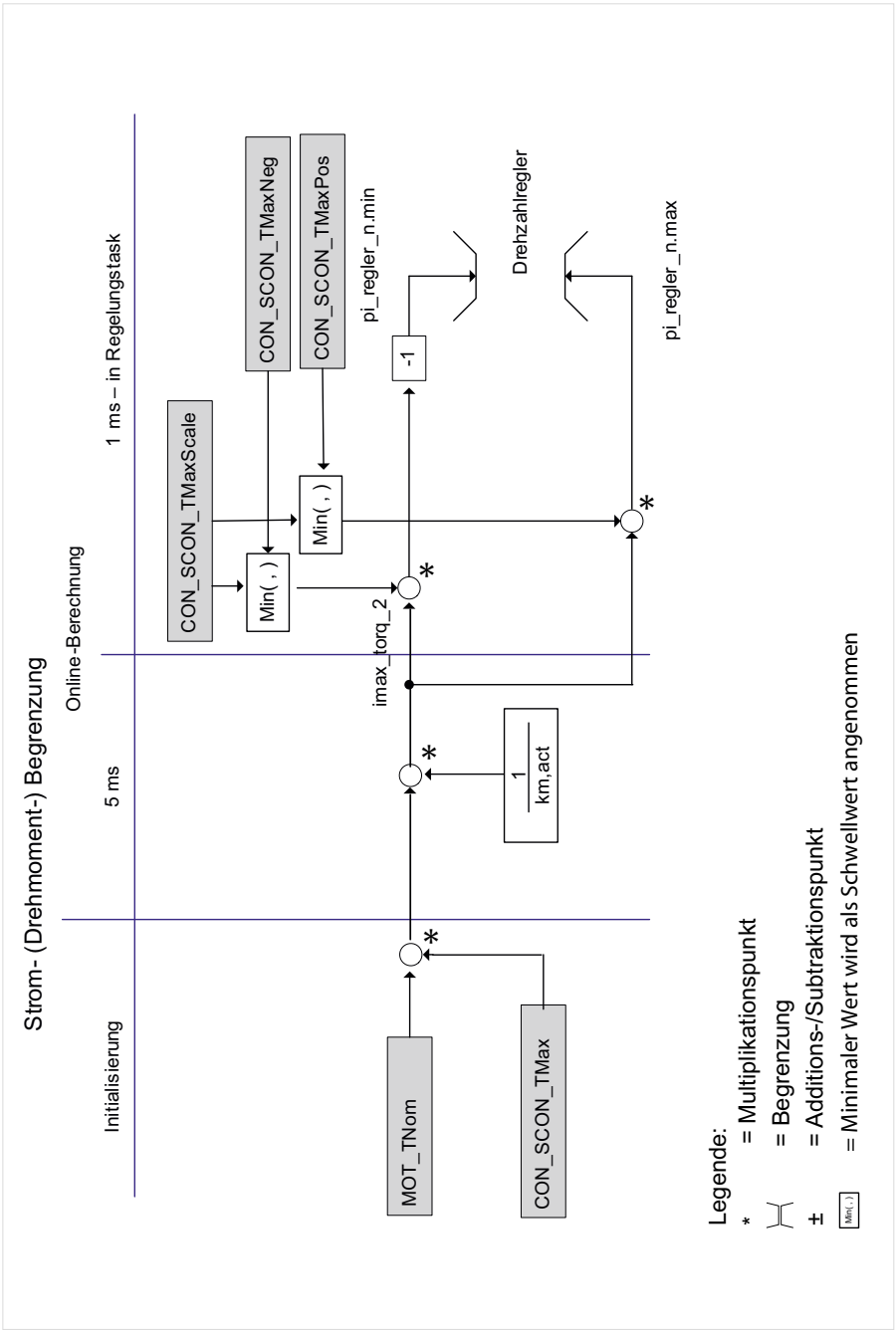
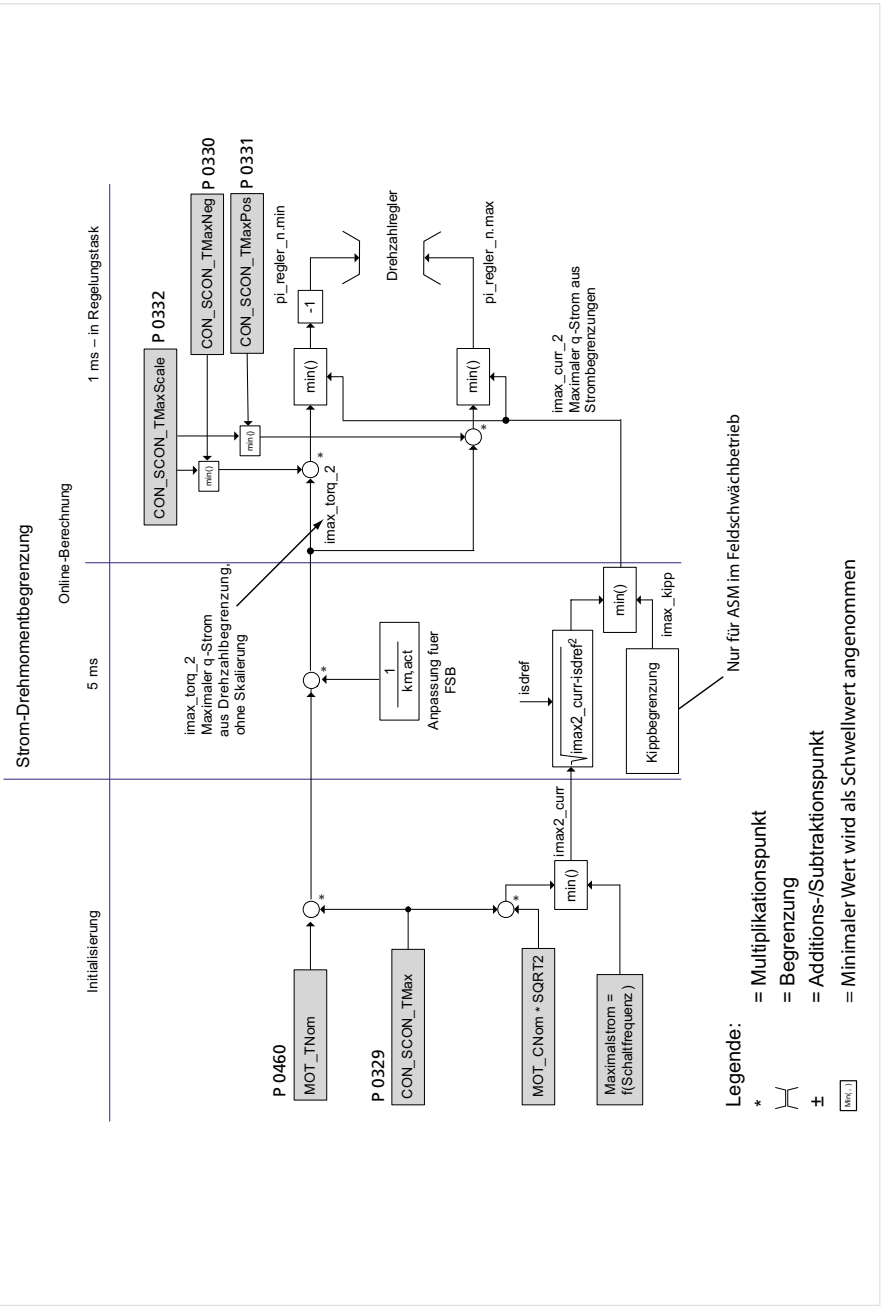


Tabelle 146.1 Parameter:

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung DM 5	Funktion
P 0329	CON_SCON_TMax	Motor torque scaling of limits	Skalierung des maximalen Drehmoments, bezogen auf das Bemessungsdrehmoment P 0460 MOT_TNom (nicht online veränderbar).
P 0330	CON_SCON_TMaxNeg	Motor torque scaling of negative limit	Drehmomentbegrenzung in negativer Richtung (nicht online veränderbar)
P 0331	CON_SCON_TMaxPos	Motor torque scaling of positive limit	Drehmomentbegrenzung in positiver Richtung (nicht online veränderbar)
P 0332	CON_SCON_TMax-Scale	Motor torque scaling (online factor)	Prozentuale Wichtung des Drehmoments (Default 100%) (online veränderbar)
P 0460	MOT_TNom	Motor rated torque	Motordrehmoment
P 0741	MON_TorqueThres	Monitoring torque/force threshold	Einstellung der Grenze für die Drehmomentschwelle (z.B. digitaler. Ausgang).

Der Drehmomentsollwert wird durch den Parameter **P 0332** symmetrisch begrenzt. Soll die Begrenzung drehrichtungsabhängig vorgenommen werden, so ist dies über **P 0330** (negative Drehrichtung) und **P 0331** (positive Drehrichtung) einzustellen.
Die Begrenzung des Drehmomentsollwertes entspricht immer dem Parameter mit dem kleinsten Wert.

Abbildung 147.1 Abhängigkeit bei Feldschwächung und/oder Begrenzung durch die Endstufe



Bei den folgenden Fällen kann es zu weiteren Einschränkungen des Drehmoments kommen, so dass das parametrierte Grenzdrehmoment nicht erreicht wird:

Mögliche Fehlparametrierung:

Verhältnis von Nennstrom und Nenndrehmoment passt nicht:
Die Drehmomentkonstante des Motors (parametriert über den Fluss bei einer Synchronmaschine bzw. den Magnetisierungsstrom bei einer Asynchronmaschine) passt nicht zum Verhältnis von Nennstrom und Nenndrehmoment. Ist die Drehmomentkonstante kleiner als dieses Verhältnis, so wird der Motorstrom begrenzt, um den zu großen Motorstrom zu vermeiden. Diese Fehlparametrierung wird vermieden, indem ein Originalmotordatensatz verwendet wird oder die Motordaten über die Berechnungsassistenten des Servoreglers erstellt werden.

Maximalstrom der Endstufe ist zu groß:
Der Maximalstrom, der sich aus der Drehmomentbegrenzung ergibt, ist größer als der Maximalstrom der Endstufe.

Der feldbildende d-Strom ist ungleich Null:
Im Bereich der Feldschwächung wird für die Synchronmaschie der feldbildende Strom isd ungleich 0. Die q-Stromkomponente isq_{max}, die für das Drehmoment übrig bleibt, ist entsprechend reduziert, so dass der Maximalstrom is_{max} nicht überschritten wird.
Im oberen Feldschwächbereich bei Asynchronmaschinen (die Drehzahl liegt dann oberhalb von der 3- bis 5- fachen der Nenndrehzahl) wird der Schlupf auf den Kippschlupf begrenzt, indem die Drehmomentgrenze reduziert wird.

7.1.2 Drehzahlbegrenzung

Die Struktur der Drehzahlbegrenzung ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Die Drehzahl kann durch den Skalierungsparameter **P 0328 CON_SCON_SMax**, bezogen auf die Bemessungsdrehzahl, symmetrisch begrenzt werden. Eine unsymmetrische Begrenzung ist über die Parameter **P 0333 CON_SCON_SMaxNeg** und **P 0334 CON_SCON_SMaxPos** möglich.
Bei aktivierter Drehrichtungssperre **P 0337 CON_SCON_DirLock** wirkt diese auch auf die Begrenzungen bezüglich der Solldrehzahlen für die Regelung. Bei der Einstellung POS werden die positiven, bei der Einstellung NEG die negativen Sollwerte gesperrt.
Mit **P 0745 MON_RefWindow** wird das Stillstandsfenster für die Drehzahl eingestellt.

HINWEIS:
Die Parameter **P 0337 CON_SCON_SMaxScale**, **P 0328 CON_SCON_SMax und P 0335 CON_SCON_DirLock** sind nicht online veränderbar. Die Parameter **P 0333 SCON_SCON_SMaxNeg, P 0334 CON_SCON_SMaxPos** sind online veränderbar.

Abbildung 149.1 Drehzahlbegrenzung

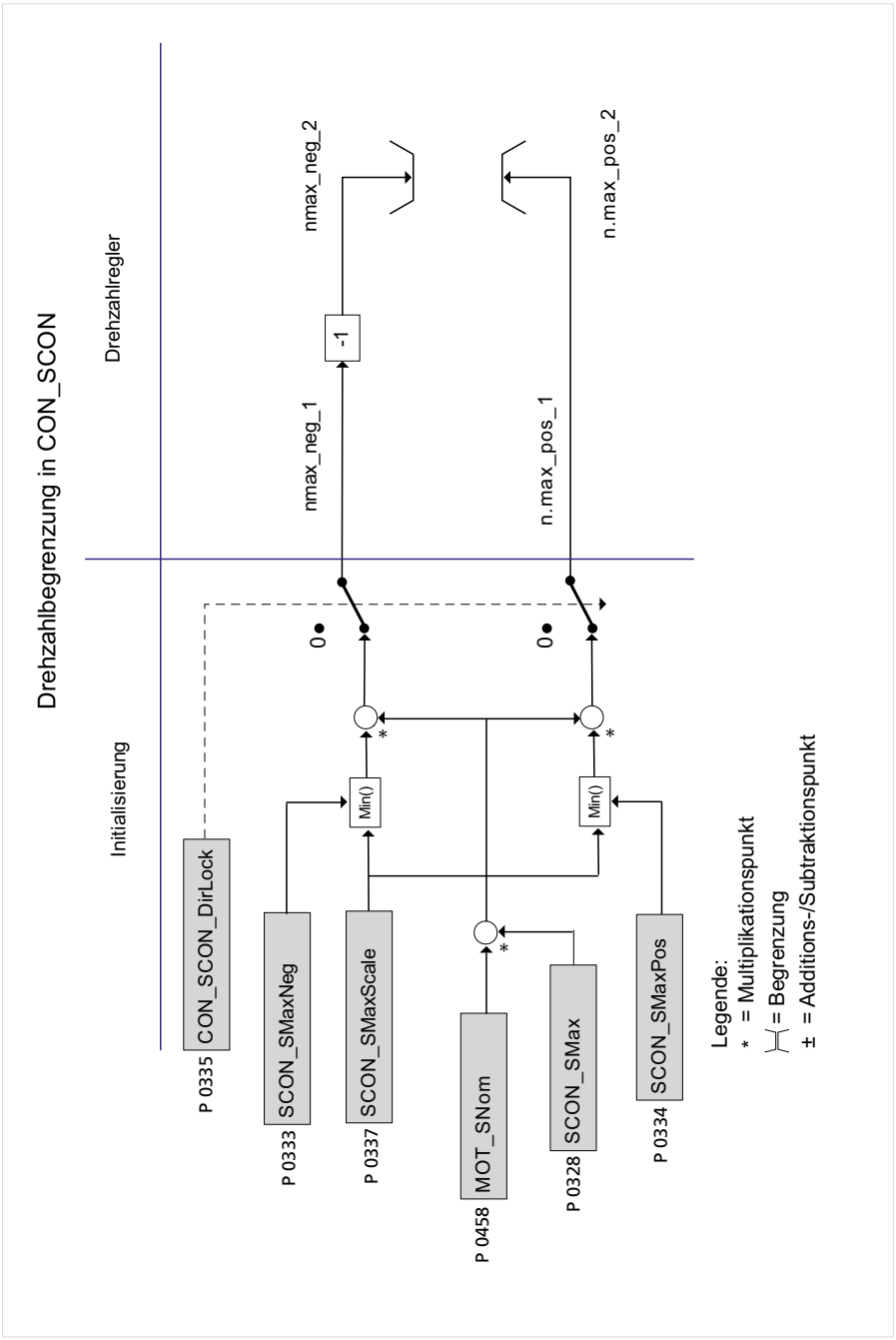


Tabelle 150.1 Parameter:

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0335	CON_SCON_DirLock	Direction lock for speed reference value	Drehrichtungssperre für Drehrichtung links und rechts
P 0328	CON_SCON_Max	Speed control maximum speed	Skalierung auf die Bemessungsdrehzahl in **P 0458 Motor rated speed**
P 0333	CON_SCON_S_MaxNeg	Motor speed scaling of negative limit	Drehzahlbegrenzung in negativer Richtung
P 0334	CON_SCON_S_MaxPos	Motor speed scaling of positive limit	Drehzahlbegrenzung in positiver Richtung
P 0337	CONSCON_S_MaxScale	Motor speed scaling	Prozentuale Wichtung der Drehzahl (Default 100%)
P 0740	MON_SpeedThresh	Monitoring speed threshold	Einstellung der Schwelle für die maximale Drehzahl
P 0744	MON_SDiffMax	Monitoring speed difference threshold	Einstellung der Schwelle für den maximalen Drehzahlschleppfehler.
P 0167	MPRO_REF_OVR	Motionprofile speed override factor	Einstellung des Override-Faktors

7.1.3 Positionsbegrenzung

Tabelle 150.2

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0743	MON_UsrPosDiffMax	Monitoring position difference threshold	Grenzwert für den maximal zulässigen Schleppfehler in USER-Einheiten
P 0746	MON_UsrPosWindow	Position window, for „target reached" status	Stillstandsfenster für Position erreicht

7.1.4 Endstufe

Tabelle 150.3

P-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0747	MON_PF_ONLimit	Voltage limit for power fail reaction	Spannungsschwelle für die Netzausfallreaktion
P 0749	MON_Def_OverVoltage	Overvoltage DC Link	Überspannung des Zwischenkreises

Begrenzung des Motorbemessungsstroms

HINWEIS:
Informationen zum Thema Motortemperatur- und Motorstrombegrenzung sind im Kapitel Motor und Geber beschrieben (I^2xt).

Netzausfallreaktion

Unterschreitet der Wert der Zwischenkreisspannung den in Parameter **P 0747 MON_PF_OnLimit** eingestellten Wert, so wird der Fehler ERR-34 „Netzausfall wurde erkannt“ gemeldet und die parametrierte Fehlerreaktion ausgelöst. Durch Parametrierung eines Schnellhalts, als Fehlerreaktion mit einer genügend steilen Verzögerungsrampe, kann die Zwischenkreisspannung oberhalb der Unterspannungsschwelle gehalten werden (Netzausfallstützung). Diese Reaktion dauert an, bis der Antrieb auf geringe Drehzahlen heruntergebremst wurde.
Die Defaulteinstellung ist 0 V (Funktion ausgeschaltet).

7.1.5 SW-Endschalter

Die Softwareendschalter sind nur gültig im Positionierbetrieb und werden erst nach erfolgreich abgeschlossener Referenzfahrt aktiv.

Tabelle 151.1

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 2235	MPRO_402_SoftwarePosLimit	607DH **DS 402** Software Position Limit	Positiver und negativer Software-Endschalter
(1)	Software Position Limit	Min position lim	Negativer Endschalter
(2)	Software Position Limit	Max position lim	Positiver Endschalter

Die Reaktion beim Erreichen eines SW-Endschalters hängt von der eingestellten Fehlerreaktion ab (siehe Parameter **P 0030 Error-Reaktion.**

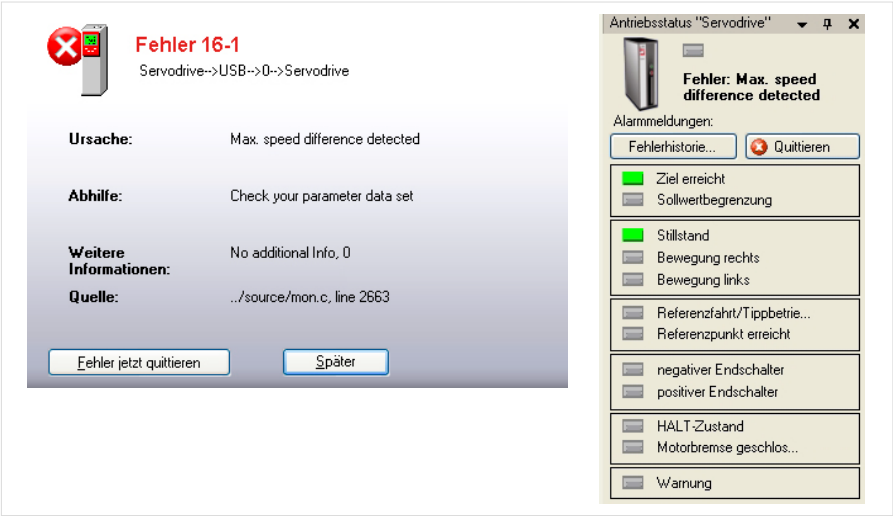
Tabelle 151.2

Positioniermodus	Verhalten/Reaktion
Absolut	Vor Freigabe eines absoluten Fahrauftrags wird überprüft, ob das Ziel im gültigen Bereich, also innerhalb der Softwareendschalter liegt. Liegt das Ziel außerhalb, wird kein Fahrauftrag abgesetzt und die programmierte Fehlerreaktion nach P 0030 ausgeführt.
Relativ	
Endlos (Geschwindigkeitsgeregelt)	Der Antrieb verfährt, bis ein Softwareendschalter erkannt wird. Danach wird die programmierte Fehlerreaktion nach P 0030 ausgeführt.

8.1 Fehlerstatus

Fehler werden im Display am Antriebsregler (Anzeige D1/2 siehe Betriebsanleitung) und parallel im DriveManager angezeigt. Mit dem Auftreten eines aktuellen Fehlers öffnet sich das untere Fenster mit der Angabe von Fehlername, dem Fehlerort und der Fehlerursache. Zusätzlich springt das grüne Rechteck im „Drive Status“ auf rot.

Abbildung 152.1 Aktuelle Fehleranzeige



Über den Button „Error“ im Fenster „Drive Status“ kann ein Listing angefordert werden, in dem ein Speicherpuffer die letzten 20 aktuellen Fehler mitschreibt. Kommt ein 21. Fehler hinzu, so wird der älteste Fehler in der Liste überschrieben.

Abbildung 152.2 Fehler-Historie; Speicherung der letzten 20 Fehler

Fehlerprotokoll Servodrive (Servodrive-->USB-->0-->Servodrive)

Nr.	Eintrag	Zeitstempel	Ursache	Abhilfe
1	Fehler 16-1	2755:9:8	Max. speed difference detected	Check your parameter data set
2	Fehler 3-1	2749:6:14	Es wurde Unterspannung ermittelt	
3	Fehler 0-0	0:0:0		

8.1.1 Fehlerreaktionen

Jedem Fehler der in Parameter **P 0030** aufgelisteten Fehler **(Sub Id 0-46)**, kann eine der unten aufgeführten Fehlerreaktionen zugeordnet werden.
Allerdings stehen nicht jedem Fehler alle Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung.

Tabelle 153.1

P.-Nr.	Parameterbezeichnung/ Einstellungen	Beschreibung im DM 5	Fehlerreaktionen
P 0030 Sub Id 0-8	Error Reactions	Programmable reaction in case of failure	Fehlerreaktion
(0)	Ignore	Ignore error	Der Fehler wird ignoriert
(1)	Specific1	Notify error, reaction is forced by internal PLC function block	Es kann eine spezifische Fehlerreaktion über PLC programmiert werden
(2)	Specific2	Notify error, reaction is forced by external control unit	Fehlerreaktion extern
(3)	FaultReaction OptionCode	Notify error, reaction as given by fault reaction option codes	Der Fehler wird registriert. Die Fehlerreaktion folgt nach dem im Objekt 605Eh „Fault reaction" optioncode eingestellten Wert.
(4)	ServoStop	Notify error, execute quick stop and wait for restart of control	Schnell Halt, warten auf erneutes Starten der Regelung
(5)	ServoStopAndLock	Notify error, execute quick stop, disable power stage, protect against restart	Schnell Halt, Endstufe sperren, gegen Wiedereinschalten sichern
(6)	ServoHalt	Notify error, disable power stage	Endstufe sperren
(7)	ServoHaltAndLock	Notify error, block power stage, protect against restart	Endstufe sperren, Freigabe sperren
(8)	WaitERSAndReset	Notify error, block power stage and reset only via switching off/on control voltage (24 V)	Endstufe sperren, Quittieren nur durch Aus- Ein-Schalten der 24 V-Steuerspannung

8.1.2 Fehlerdetails

Tabelle 153.2

P.-Nr. P 0030	Fehlername/Fehlerort	Fehlerbeschreibung	Emergency code gemäß DS 402	Errorregister gemäß DS402	Fehlercode gemäß SERCOS
(0))	**(0) no error**	Kein Fehler	0xFF00	1	0x 000
(1)	(1) RunTimeError	Laufzeitfehler	0x6010	1	0x1
	(2) RunTimeError_ DynamicModules	Interner Fehler bei der Gerät-einitialisierung	0x6010	1	0x1
	(3) RunTimeEr-ror_Flashmemory	Fehler bei Flash-Initialisierung	0x6010	1	0x1
	(4) RunTimeError_PLC	Laufzeitfehler PLC	0x6010	1	0x1
(2)	**ParaList**				
	(1) ParameterInit	Fehler bei der Parameter-initialisierung	0x6320	1	0x1
	(2) Parameter-VirginInit	Parameter-Basisinitialisierung (Werks-einstellung)	0x6320	1	0x1

Tabelle 154.1

P.-Nr. P 0030	Fehlername/Fehlerort	Fehlerbeschreibung	Emergency code gemäß DS 402	Errorregister gemäß DS402	Fehlercode gemäß SERCOS
	(3) ParameterSave	Sicherung der Parameterdaten	0x5530	1	0x1
	(4) ParameterAdd	Registrierung eines Parameters	0x6320	1	0x1
	(5) ParameterCheck	Prüfung der aktuellen Werte der Parameterliste	0x5530	1	0x1
	(6) ParameterListAdmin	Verwaltung der Parameterliste	0x6320	1	0x1
	(7) ParaList_PST	Nicht quittierbarer Fehler aus PowerStage: EEPROM-Datenfehler	0x5400	1	0x1
	(8) ParaList_PST_VL	Fehler bei der Endstufeninitialisierung; Ausgewählte Gerätespannung wird nicht unterstützt	0x6320	1	0x1
(3)	**OFF**				
	(1) Off_MON_Device	Unterspannung	0x3120	1	0x200
(4)	**OverVoltage**				
	(1) OverVoltage_MON_Device	Überspannung	0x3110	1	0x100
(5)	**OverCurrent**				
	(1) OverCurrent_HardwareTrap	Überstromabschaltung durch Hardware	0x2250	1	0x80
	(2) OverCurrent_Soft	Überstromabschaltung (schnell) durch Software	0x2350	1	0x80
	(3) OverCurrent_ADC	Messbereich der AD-Wandler überschritten	0x2350	1	0x80
	(4) OverCurrent_WireTest	Kurzschlusstest bei Initialisierung	0x2350	1	0x80
	(5) OverCurrent_DC	(schnelle) Überstrom-Abschaltung „unter 5 Hz“	0x2350	1	0x80
	(6) OverCurrent_Zero,	Summenstrom-Überwachung	0x2350	1	0x80
	(7) OverCurrent_I2TS	Schnelle I^2xt bei hoher Überlast	0x2350	1	0x80
(6)	**OvertempMotor**				
	(1) OvertempMotor_MON_MotTemp	Berechnete Motortemperatur oberhalb des Schwellwert	0x4310	1	0x4
	(2) OvertempMotor_MON_Device_DIN1	PTC nach DIN1	0x4310	1	0x4
	(3) OvertempMotor_MON_Device_DIN2	PTC nach DIN2	0x4310	1	0x4
	(4) OvertempMotor_MON_Device_DIN3	PTC nach DIN3	0x4310	1	0x4
(7)	**OvertempInverter**				
	(1) OvertempInverter_MON_Device	Kühlkörpertemperatur zu groß	0x4210	1	0x2

Tabelle 155.1

P.-Nr. P 0030	Fehlername/Fehlerort	Fehlerbeschreibung	Emergency code gemäß DS 402	Errorregister gemäß DS402	Fehlercode gemäß SERCOS
(8)	**OvertempDevice**				
	(1) OvertempDevice_MON_Device	Innenraumtemperaturauswertung	0x4210	1	0x40
(9)	**I2tMotor**				
	(1) I^2tMotor_MON_I2t	I^2xt Integrator hat den Motorschutz-Grenzwert (zulässige Strom-/Zeitfläche) überschritten	0x2350	1	0x1
(10)	**PowerAmplifier**				
	(1) I^2tPowerAmplifier_MON_Device	I^2xt-Endstufenschutz-Grenzwert überschritten	0x2350	1	0x1
(11)	**External**				
	(1) External_MPRO_INPUT	Externe Fehlermeldung	0xFF0	1	0x8000
(12)	**CAN**				
	(1) ComOptCan_BusOff	CAN-Option: BusOff-Fehler	0x8140	1	0x8000
	(2) ComOptCan_Guarding	CAN-Option: Guarding Fehler	0x8130	1	0x8000
	(3) ComOptCan_MsgTransmit	CAN-Option: Message konnte nicht gesendet werden	0x8100	1	0x8000
	(4) ComOptCan_HeartBeat	CAN-Option: Heartbeat Fehler	0x8130	1	0x8000
	(5) ComOptCan_Addr	CAN-Option: Ungültige Adresse	0x8110	1	0x8000
	(6) ComOptCan_PdoMappingError	CAN-Option: fehlerhaftes Mapping	0x8200	1	0x8000
	(7) ComOptCan_SyncTimeoutError	CAN-Option: Fehler bei der Synchronisation	0x8140	1	0x8000
(13)	**SERCOS**				
	(1) ComOptSercos_HardwareInit	SERCOS: Initialisierung Hardware	0xFF00	1	0x1000
	(2) ComOptSercos_IllegalPhase	SERCOS: Ungültige Kommunikationsphase	0xFF00	1	0x1000
	(3) ComOptSercos_CableBreak	SERCOS: Leitungsbruch	0xFF00	1	0x1000
	(4) ComOptSercos_DataDisturbed	SERCOS: Gestörte Datenübertragung	0xFF00	1	0x1000
	(5) ComOptSercos_MasterSync	SERCOS: Synchronisierung fehlerhaft	0xFF00	1	0x1000
	(6) ComOptSercos_MasterData	SERCOS: Fehlende Datentelegramme	0xFF00	1	0x1000
	(7) ComOptSercos_Address-Double	SERCOS: Doppelte Adressvergabe	0xFF00	1	0xFF00
	(8) ComOptSercos_PhaseSwitchUp	SERCOS: Fehlerhafte Phasenumschaltung (Up shift)	0xFF00	1	0xFF00

Tabelle 156.1

P.-Nr. P 0030	Fehlername/Fehlerort	Fehlerbeschreibung	Emergency code gemäß DS 402	Error-register gemäß DS402	Fehlercode gemäß SERCOS
	(9) ComOptSercos_PhaseSwitchDown	SERCOS: Fehlerhafte Phasen-umschaltung (Down shift)	0xFF00	1	0x1000
	(10) ComOptSercos_PhaseSwitchAck	SERCOS: Fehlerhafte Phasenum-schaltung (Missing acknowledge)	0xFF00	1	0x1000
	(11) ComOptSercos_InitParaList	SERCOS: Fehlerhafte Initial-isierung der SERCOS-Parameterlisten	0xFF00	1	0x1000
	(12) ComOptSercos RunTimeError	SERCOS: Diverse Laufzeitfehler	0xFF00	1	0x1000
	(13) ComOptSercos_Watchdog	SERCOS: Hardware Watchdog	0xFF00	1	0x1000
	(14) ComOptSercos_Para	SERCOS: Fehler in der Para-metrierung (Anwahl OP-Mode, IP-Zeiten etc...)	0xFF00	1	0x1000
(14)	**EtherCat**				
	(1) ComOptEtherCat_Sm_Watchdog0	EtherCat: Sync-Manager0 - Watchdog	0x8130	1	0x8000
	(2) ComOptEtherCat_Wrong EepData	EtherCat: Parameterfehler, Pa-rameterdaten sind nicht plausibel	0x8130	1	0x8000
	(3) ComOptEtherCat_RamError	EtherCat: RAM Fehler des internen RAM's	0x8130	1	0x8000
(15)	**Parameter**				
	(1) Parameter_MON_Device_Current	Fehler Initialisierung Stromüberwachung	0x2350	1	0x8000
	(2) Parameter_MON_I2t	Motorschutz	0x2350	1	0x8000
	(3) Parameter_CON_ICOM	Kommutierungsfindung: Plausi-bilitäts-Toleranz überschritten	0xFF00	1	0x8000
	(4) Parameter_CON_FM	Feldmodell	0xFF00	1	0x8000
	(5) Parameter_CON_Timing	Grundlegende Initialisierung der Regelung	0xFF00	1	0x8000
	(6) Parameter_MPRO_FG	Fehler bei Berechnung der User-Einheiten	0x6320	1	0x8000
	(7) Parameter_ENC_RATIO	Fehler bei der Initialisierung des Gebergetriebes	0x6320	1	0x8000
	(8) Parameter_Nerf	Drehzahlerfassung / Beobachter	0x8400	1	0x8000
	(9) Parameter_ObsLib	Fehler in Matrix-Bibliothek	0xFF00	1	0x8000
	(10) Parameter_CON_CCON	Stromregelung	0x8300	1	0x8000
	(11) Parameter_reserved1	Not used/reserved	0xFF00	1	0x8000
	(12) Parameter_Inertia	Trägheitsmoment ist Null	0xFF00	1	0x8000
	(13) Parameter_MPRO	PARA_WatchDog beim Steuern über DMS	0xFF00	1	0x8000
	(14) Parameter_DV_INIT	DV_INIT: Fehler bei der System-initialisierung	0xFF00	1	0x8000

Tabelle 157.1

P.-Nr. P 0030	Fehlername/Fehlerort	Fehlerbeschreibung	Emergency code gemäß DS 402	Error-register gemäß DS402	Fehlercode gemäß SERCOS
(16)	**SpeedDiff**				
	(1) SpeedDiff_MON_SDiff	Drehzahlschleppfehler oberhalb Schwellwert	0x8400	1	0x8000
	(2) SpeedDiff_MON_NAct	Aktuelle Drehzahl oberhalb der Maximaldrehzahl des Motors	0x8400	1	0x8000
(17)	**PositionDiff**				
	(1) PositionDiff_MON_ActDelta	Positionsschleppfehler zu groß	0x8611		0x8000
(18)	**Motion control**				
	(1) MotionControl_MC_HOMING_LimitSwitchInterchanged	Homing: Endschalter vertauscht	0x8612	1	0x8000
	(2) MotionControl: MC_HOMING: Unexpected home switch event	Homing: Endschalter hat unerwartet angesprochen	0x8612	1	0x8000
	(3) MotionControl_MC_HOMING_ErrorLimitSwitch	Homing: Endschalterfehler	0x8612	1	0x8000
	(4) MotionControl_MC_HOMING_UnknownMethod	Homing: Falscher Referenzfahrttyp, Referenzfahrttyp nicht vorhanden	0x8612	1	0x8000
	(5) MotionControl_MC_HOMING_MethodUndefined	Homing: Referenzfahrttyp vorhanden aber nicht definiert	0xFF00	1	0x8000
	(6) MotionControl_MC_HOMING_DriveNotReadyHoming	Homing: Antrieb nicht bereit für die Referenzierung	0xFF00	1	0x8000
	(7) MotionControl_MC_HOMING_DriveNotReadyJogging	Homing: Antrieb nicht bereit für den Tippbetrieb	0xFF00	1	0x8000
	(8) MotionControl_MC_HOMING_WrongConMode	Homing: Die Regelungsart passt nicht zum Referenzfahrttyp	0xFF00	1	0x8000
	(9) MotionControl_MC_HOMING_EncoderInitFailed	Homing: Initialisierungsfehler des Gebers	0xFF00	1	0x8000
	(10) MotionControl_MC_HOMING_MaxDistanceOverrun	Homing: Verfahrweg für die Referenzfahrt überschritten	0xFF00	1	0x8000
	(11) MotionControl_MPRO_REF_EnabledOperationFailed	Max. zulässiger Schleppfehler bei „Start Regelung" überschritten	0xFF00	1	0x8000
	(12) MotionControl_MPRO_REF_SSP_StackOverflow	Speicherüberlauf für Tabellenwerte	0xFF00	1	0x8000
	(13) MotionControl_MC_HOMING_RestoreBackupPos,	Fehler bei der Initialisierung der letzten Istposition nach Neustart.	0xFF00	1	0x8000

Tabelle 158.1

P.-Nr. P 0030	Fehlername/Fehlerort	Fehlerbeschreibung	Emergency code gemäß DS 402	Errorregister gemäß DS402	Fehlercode gemäß SERCOS
(19)	**FatalError**	Nicht quittierbarer Fehler			
	(1) FatalError_PowerStage_ Limit_Idx	PST: Daten Index zu groß	0x5400	1	0x8000
	(2) FatalError_PowerStage_ SwitchFreq	PST: Fehler in den schaltfrequenz-abhängigen Daten	0x5400	1	0x8000
	(3) FatalError_PowerStage_ DataInvalid	PST: Ungültige EEPROM-Daten	0x5400	1	0x8000
	(4) FatalError_PowerStage_CRC	PST: CRC-Fehler	0x5400	1	0x8000
	(5) FatalError_PowerStage_ ErrorReadAccess	PST: Fehler beim Lesen der End-stufendaten	0x5400	1	0x8000
	(6) FatalError_PowerStage_ ErrorWriteAccess	PST: Fehler beim Schreiben der Endstufendaten	0x5400	1	0x8000
	(7) FatalError_MON_Chopper	Strom im Bremswiderstand, obwohl Transistor ausgeschaltet	0x5420	1	0x8000
	(8) FatalError_HW_ Identification	Hardware-Identifikation fehlerhaft	0x5300	1	0x8000
	(9) FatalError_FlashMemory	Fehler im Flash-Speicher	0x5300	1	0x8000
(20)	**HardwareLimitSwitch**				
	(1) HardwareLimitSwitch_ Interchanged	Endschalter vertauscht	0x8612	1	0x8000
	(2) HardwareLimitSwitch_LCW	Hardware-Endschalter LCW	0x8612	1	0x8000
	(3) HardwareLimitSwitch_ LCCW	Hardware-Endschalter LCCW	0x8612	1	0x8000
(21)	**EncoderInit**	**Allgemeine Initialisierung des Gebers (Locations, die nicht einem Kanal zugeordnet werden können)**			
	(1) EncoderInit_CON_ICOM_ EpsDelta	Geber Allgemein Initialisierung: Kommutierungsfindung: zu große Bewegung	0x7300	1	0x20
	(2) EncoderInit_CON_ICOM_ Tolerance	Geber Allgemein Initialisierung: Kom-mutierungsfindung: zu große Toleranz	0x7300	1	0x20
(22)	**Encoder CH1Init**	**Geberkanal 1 Initialisierung**			
	(1) EncCH1Init_Sincos_Lines	Geber Kanal 1 Initialisierung, Sincos: Plausibilisierung ‚Lines' aus PRam_ ENC_CH1_Lines	0x7305	1	0x20
	(2) EncCH1Init_Sincos_ABS-quareSum	Geber Kanal 1 Initialisierung, Sincos: Getting AB-SquareSum, Timeout	0x7305	1	0x20
	(3) EncCH1Init_Sincos_EncObs	Geber Kanal 1 Initialisierung, SinCos: Geberüberwachung Sincos	0x7305	1	0x20
	(4) EncCH1Init_EnDat2.1_ NoEnDat2.1	Geber Kanal 1 Initialisierung, EnDat2.1: kein EnDat2.1 Geber (Geber ist evtl. SSI-Geber.)	0x7305	1	0x20

Tabelle 159.1

P.-Nr. P 0030	Fehlername/Fehlerort	Fehlerbeschreibung	Emergency code gemäß DS 402	Errorregister gemäß DS402	Fehlercode gemäß SERCOS
	(5) EncCH1Init_EnDat2.1_Line5	Geber Kanal 1 Initialisierung, EnDat2.1: Plausibilisierung ‚Lines' vom Gebe	0x7305	1	0x20
	(6) EncCH1Init_EnDat2.1_Multiturn	Geber Kanal 1 Initialisierung, EnDat2.1: Plausibilisierung ‚Multiturn' vom Geber	0x7305	1	0x20
	(7) EncCH1Init_ EnDat2.1_Singleturn	Geber Kanal 1 Initialisierung, EnDat2.1: Plausibilisierung ‚Singleturn' vom Geber	0x7305	1	0x20
	(8) EncCH1Init_EnDat2.1_CrcPos	Geber Kanal 1 Initialisierung, EnDat2.1: CRC-Fehler Positions-Übertragung	0x7305	1	0x20
	(9) EncCH1Init_EnDat2.1_ CrcData	Geber Kanal 1 Initialisierung, EnDat2.1: CRC-Fehler Daten-Übertragung	0x7305	1	0x20
	(10) EncCH1Init_EnDat2.1_ WriteToProt	Geber Kanal 1 Initialisierung, EnDat2.1: Es wurde versucht, auf die Protection-Zellen im Geber zu schreiben!	0x7305	1	0x20
	(11) EncCH1Init_EnDat2.1_ SscTimeout	Geber Kanal 1 Initialisierung, EnDat2.1: Timeout bzgl. einer SSC-Übertragung	0x7305	1	0x20
	(12) EncCH1Init_EnDat2.1_ StartbitTimeout	Geber Kanal 1 Initialisierung, EnDat2.1: Timeout, kein Startbit vom Geber	0x7305	1	0x20
	(13) EncCH1Init_EnDat2.1_ PosConvert	Geber Kanal 1 Initialisierung, EnDat2.1: Positionsdaten nicht konsistent	0x7305v	1	0x20
	(14) EncCH1Init_SSI_Lines	Geber Kanal 1 Initialisierung, SSI: Plausibilisierung ‚Lines' vom Geber	0x7305	1	0x20
	(15) EncCH1Init_SSI_ Multiturn	Geber Kanal 1 Initialisierung, SSI: Plausibilisierung ‚Multiturn' vom Geber	0x7305	1	0x20
	(16) EncCH1Init_SSI_ Singleturn	Geber Kanal 1 Initialisierung, SSI: Plausibilisierung ‚Singleturn' vom Geber	0x7305	1	0x20
	(17) EncCH1Init_SSI_ ParityPos	Geber Kanal 1 Initialisierung, SSI: Parity-Fehler Positions-Übertragung	0x7305	1	0x20
	(18) EncCH1Init_SSI_ SscTimeout	Geber Kanal 1 Initialisierung, SSI: Timeout bzgl. einer SSC-Übertragung	0x7305	1	0x20
	(19) EncCH1Init_SSI_ PosConvert	Geber Kanal 1 Initialisierung, SSI: Positionsdaten nicht konsistent	0x7305	1	0x20
	(20) EncCH1Init_SSI_ EncObs	Geber Kanal 1 Initialisierung, SSI: Geberüberwachungs-Bit	0x7305	1	0x20
	(21) EncCH1Init_Hiperface_ NoHiperface	Geber Kanal 1 Fehler bei der Initialisierung der Hiperfaceschnittstelle	0x7305	1	0x20
	(22) EncCH1Init_Hiperface_ Common	Geber Kanal 1 Initialisierung, Hiperface: Interface, allg. Fehler	0x7305	1	0x20
	(23) EncCH1Init_ Hiperface_Timeout	Geber Kanal 1 Initialisierung, Hiperface: Interface, Timeout	0x7305	1	0x20
	(24) EncCH1Init_Hiperface_ CommandMismatch	Geber Kanal 1 Initialisierung, Hiperface: Encoder, unmöglicher COMMAND in der Response	0x7305	1	0x20
	(25) EncCH1Init_Hiperface_EStatResp_Crc	Geber Kanal 1 Initialisierung, Hiperface: CRC-Fehler in der Fehler-Status-Response	0x7305	1	0x20

Tabelle 160.1

P.-Nr. P 0030	Fehlername/Fehlerort	Fehlerbeschreibung	Emergency code gemäß DS 402	Errorregister gemäß DS402	Fehlercode gemäß SERCOS
	(26) EncCH1Init_Hiperface_ EStatResp_Com	Geber Kanal 1 Initialisierung, Hiperface: Fehler-Status-Response liefert Kommunikationsfehler	0x7305	1	0x20
	(27) EncCH1Init_Hiperface_ EStatResp_Tec	Geber Kanal 1 Initialisierung, Hiperface: Fehler-Status-Response liefert Technik- bzw. Prozessfehler	0x7305	1	0x20
	(28) EncCH1Init_Hiperface_ EStatResp_None	Geber Kanal 1 Initialisierung, Hiperface: Fehler-Status-Response liefert keinen Fehler(!)	0x7305	1	0x20
	(29) EncCH1Init_Hiperface_ Response_Crc	Geber Kanal 1 Initialisierung, Hiperface: CRC-Fehler in der Response	0x7305	1	0x20
	(30) EncCH1Init_Hiperface_ Response_Com	Geber Kanal 1 Initialisierung, Hiperface: Response mit ErrorBit: Status liefert Kommunikationsfehler	0x7305	1	0x20
	(31) EncCH1Init_Hiperface_Response_Tec	Geber Kanal 1 Initialisierung, Hiperface: Response mit ErrorBit: Status liefert Technik- bzw. Prozessfehler	0x7305	1	0x20
	(32) EncCH1Init_Hiperface_ Response_None	Geber Kanal 1 Initialisierung, Hiperface: Response mit ErrorBit: Status liefert keinen Fehler	0x7305	1	0x20
	(33) EncCH1Init_Hiperface_ Status_Com	Geber Kanal 1 Initialisierung, Hiperface: Status-Telegramm meldet Kommunikationsfehler	0x7305	1	0x20
	(34) EncCH1Init_Hiperface_ Status_Tec	Geber Kanal 1 Initialisierung, Hiperface: Status-Telegramm meldet Technik- bzw. Prozessfehler	0x7305	1	0x20
	(35) EncCH1Init_Hiperface_TypeKey	Geber Kanal 1 Initialisierung, Hiperface: Type-Kennung vom Geber nicht bekannt	0x7305	1	0x20
	(36) EncCH1Init_Hiperface_ WriteToProt	Geber Kanal 1 Initialisierung, Hiperface: Es wurde versucht, auf die Protection-Zellen im Geber zu schreiben!	0x7305	1	0x20
	(37) EncCH1Init_TTL_ IncompatibleHardware	Geber Kanal 1 Initialisierung, TTL: Steuerprint unterstützt keine TTL Auswertung	0x7305	1	0x20
	(38) EncCH1Init_EnDat2.1_PositionBits	Geber Kanal 1 Initialisierung, EnDat2.1: Plausibilisierung ‚Position Bits' vom Geber	0x7305	1	0x20
	(39) EncCH1Init_EnDat2.1_ TransferBits	Geber Kanal 1 Initialisierung, EnDat2.1: Plausibilisierung ‚Transfer Bits' der Übertragung	0x7305	1	0x20
	(40) EncCH1Init_Np_ NominalIncrement	Geber Kanal 1 Initialisierung, NP: Plausibilisierung ‚Lines' und „Nominal-Increment"	0x7305	1	0x20
	(41) EncCh1Init_Endat21_Common	Geber Kanal 1 Initialisierung, Endat21: Interface allg. Fehler	0x7305	1	0x20
	42) EncCh1Init_SSI_Common	Geber Kanal 1 Initialisierung, SSI: Interface allg. Fehler	0x7305	1	0x20
	43) EncCh1Init_Sincos_ Common	Geber Kanal 1 Initialisierung, Sincos: Interface allg. Fehler	0x7305	1	0x20

Tabelle 161.1

P.-Nr. P 0030	Fehlername/Fehlerort	Fehlerbeschreibung	Emergency code gemäß DS 402	Errorregister gemäß DS402	Fehlercode gemäß SERCOS
(23)	**EncChannel2Init**				
	(1) EncCH2Init_Res_Lines	Geber Kanal 2 Initialisierung, Res: Plausibilisierung ‚Lines' aus PRam_ENC_CH2_Lines	0x7306	1	0x20
	(2) EncCH2Init_Res_ABSquareSum_TimeOut	Geber Kanal 2 Initialisierung, Res: Getting AB-SquareSum, Timeout	0x7306	1	0x20
	(3) EncCH2Init_Res_EncObs	Geber Kanal 2 Initialisierung, Res: Geberüberwachung Resolver	0x7306	1	0x20
(24)	**EncCH3Init**				
	(1) EncCH3Init_Module IdentificationFailed	Geber Kanal 3 Initialisierung: kein oder falsches Modul gesteckt	0x7307	1	0x20
	(2) EncCH3Init_Common_EO_Error	Geber Kanal 3 Initialisierung: allgemeiner EO-Fehler (Encoder Option)	0x7307	1	0x20
	(3) EncCH3Init_SSI_EncObs_20c	Geber Kanal 3 Initialisierung: Geberüberwachung	0x7307	1	0x20
	(4) EncCH3Init_EnDat2.1_NoEnDat2.1	Geber Kanal 3 Initialisierung, EnDat2.1: kein EnDat2.1 Geber (Geber ist evtl. SSI-Geber)	0x7307 0x7307	1	0x20
	(5) EncCH3Init_EnDat2.1_Lines	Geber Kanal 3 Initialisierung, EnDat2.1: Plausibilisierung ‚Lines' vom Geber	0x7307	1	0x20
	(6) EncCH3Init_EnDat2.1_Multiturn	Geber Kanal 3 Initialisierung, EnDat2.1: Plausibilisierung ‚Multiturn' vom Geber	0x7307	1	0x20
	(7) EncCH3Init_EnDat2.1_Singleturn	Geber Kanal 3 Initialisierung, EnDat2.1: Plausibilisierung ‚Singleturn' vom Geber	0x7307	1	0x20
	(8) EncCH3Init_EnDat2.1_CrcPos	Geber Kanal 3 Initialisierung, EnDat2.1: CRC-Fehler Positions-Übertragung	0x7307	1	0x20
	(9) EncCH3Init_EnDat2.1_CrcData	Geber Kanal 3 Initialisierung, EnDat2.1: CRC-Fehler Daten-Übertragung	0x7307	1	0x20
	(10) EncCH3Init_EnDat2.1_WriteToProt	Geber Kanal 3 Initialisierung, EnDat2.1: Es wurde versucht, auf die Protection-Zellen im Geber zu schreiben!	0x7307	1	0x20
	(11) EncCH3Init_EnDat2.1_SscTimeout	Geber Kanal 3 Initialisierung, EnDat2.1: Timeout bzgl. einer SSC-Übertragung	0x7307	1	0x20
	(12) EncCH3Init_EnDat2.1_StartbitTimeout	Geber Kanal 3 Initialisierung, EnDat2.1: Timeout, kein Startbit vom Geber	0x7307	1	0x20
	(13) EncCH3Init_EnDat2.1_PosConvert	Geber Kanal 3 Initialisierung, EnDat2.1: Positionsdaten nicht konsistent	0x7307	1	0x20
	(14) EncCH3Init_SSI_Lines	Geber Kanal 3 Initialisierung, SSI: Fehler bei der Initialisierung der SSI-Schnittstelle	0x7307	1	0x20
	(15) EncCH3Init_SSI_Multiturn	Geber Kanal 3 Initialisierung, SSI: Plausibilisierung ‚Multiturn' vom Geber	0x7307	1	0x20
	(16) EncCH3Init_SSI_Singleturn	Geber Kanal 3 Initialisierung, SSI: Plausibilisierung ‚Singleturn' vom Geber	0x7307	1	0x20
	(17) EncCH3Init_SSI_ParityPos	Geber Kanal 3 Initialisierung, SSI: Parity-Fehler Positionsübertragung	0x7307	1	0x20

Tabelle 162.1

P.-Nr. P 0030	Fehlername/Fehlerort	Fehlerbeschreibung	Emergency code gemäß DS 402	Errorregister gemäß DS402	Fehlercode gemäß SERCOS
	(18) EncCH3Init_SSI_ SscTimeout	Geber Kanal 3 Initialisierung, SSI: Timeout bzgl. einer SSC-Übertragung	0x7307	1	0x20
	(19) EncCH3Init_SSI_ PosConvert	Geber Kanal 3 Initialisierung, SSI: Positionsdaten nicht konsistent	0x7307	1	0x20
	(20) EncCH3Init_SSI_ EncObs	Geber Kanal 3 Initialisierung, SSI: Geberüberwachungs-Bit	0x7307	1	0x20
	(38) EncCH3Init_ EnDat2.1_PositionBits	Geber Kanal 3 Initialisierung, EnDat2.1: Plausibilisierung ‚Position Bits' vom Geber	0x7307	1	0x20
	(39) EncCH3Init_ EnDat2.1_TransferBits	Geber Kanal 3 Initialisierung, EnDat2.1: Plausibilisierung ‚Transfer Bits' der Übertragung	0x7307	1	0x20
	(40) EncCH3Init_Np_ NominalIncrement	Geber Kanal 3 Initialisierung, NP: Plausibilisierung ‚Lines' und „Nominal-Increment"	0x7307	1	0x20
	(41) EncCH3Init_Endat21_ Common	Geber Kanal 3 Initialisierung, EnDat21: Interface, allg. Fehler	0x7307	1	0x20
	(42) EncCH3Init_SSI_Common	Geber Kanal 3 Initialisierung, SSi: Interface, allg. Fehler	0x7307	1	0x20
	(43) EncCH3Init_ Sincos_Common	Geber Kanal 3 Initialisierung, Sincos: Interface, allg. Fehler	0x7307	1	0x20
	(50) EncCH3Init_TOPT_cfg	Geber Kanal 3 Initialisierung, Interface, allg. Fehler	0x7307		0x20
(25)	**EncoderCycl**	**Geberzyklus**			
	(1) EncoderCycl_CON_ ICOM_Epsdelta	Geber Allgemein Zyklisch: Kommutierungsfindung: zu große Bewegung	0xFF00	1	0x20
	(2) EncoderCycl_CON_ ICOM_Tolerance	Kommutierungsfindung: zu große Toleranz	0xFF00	1	0x20
(26)	**EncCh1Cycl**				
	(1) EncCH1Cycl_Np_ Distance	Geber Kanal 1 Zyklisch, NP: Plausibilisierung, CounterDistance'	0x7305	1	0x20
	(2) EncCH1Cycl_Np_ DeltaCorrection	Geber Kanal 1 Zyklisch, NP: Delta-Korrektur nicht möglich	0x7305	1	0x20
	(3) EncCH1Cycl_Np_Delta	Geber Kanal 1 Zyklisch, NP: Plausibilisierung ‚CounterDelta'	0x7305		0x20
(27)	**EncCh2Cycl**				
	(1) EncCH2Cycl_NoLocation	Wird nicht verwendet	0x7306	1	0x20
(28)	**EncCh3Cycl**				
	(1) EncCH3Cycl_NoLocation	Wird nicht verwendet	0x7307	1	0x20
(29)	**TC (TriCore)**				
	(1) TC_ASC	TriCore ASC	0x5300	1	0x8000
	(2) TC_ASC2	TriCore ASC2	0x5300	1	0x8000

Tabelle 163.1

P.-Nr. P 0030	Fehlername/Fehlerort	Fehlerbeschreibung	Emergency code gemäß DS 402	Errorregister gemäß DS402	Fehlercode gemäß SERCOS
	(3) TC_FPU	TriCore floating point error	0x5300	**1**	0x8000
	(4) TC_FPU_NO_RET_ ADDR	TriCore floating point error, no return address available	0x5300	**1**	0x8000
(30)	**InitCon**				
	(1) InitCon_AnaInput	Initialisierungsfehler Analogeingang	0x5300	**1**	0x8000
	(2) InitCon_FM_GetKM	Initialisierungsfehler bei der Berechnung der Motordrehmomentkonstante	0x5300	**1**	0x8000
	(3) InitCon_FM_ASM	Initialisierungsfehler Asynchronmotor	0x5300	**1**	0x8000
	(4) InitCon_FM_ASM_ FW	Initialisierungsfehler Asynchronmotor bei Feldschwächung	0x5300	**1**	0x8000
(31)	**PLC**				
	(1) PLC_Location 0…65536	Anwenderabhängig: Im PLC-Programm generierter Fehler	0xFF00	1	0x8000
(32)	**Profibus**				
	(1) ComOptDp_Timeout	PROFIBUS DP: Prozessdaten Timeout	0xFF00	1	0x8000
(33)	**Timing**	**Task-Überlauf**			
	(1) Timing_ADCTask_ ReEntry	ADC-Task hat sich selbst unterbrochen	0x5300	1	0x8000
	(2) Timin_ControlTask	Control-Task ist länger als Abtastzeit gelaufen	0x5300	1	0x8000
(34)	**PowerFail**	**Netzausfallerkennung**			
	PowerFail	Netzausfallerkennung; Fehler Ver-sorgungsspannung	0x3220	1	0x8000
(35)	**EncObs**	**Geber Kabelbruch**			
	(1) EncObs_CH1_Sincos	Kabelbruch: Geberkanal 1	0xFF00	1	0x20
	(2) EncObs_CH2_ Resolver	Kabelbruch: Geberkanal 2	0xFF00	1	0x20
	(3) EncObs_CH3_Sincos	Kabelbruch: Geberkanal 3	0xFF00	1	0x20
	(4) EncObs_CH1_SSI	Kabelbruch: Geberkanal 1	0xFF00	1	0x20
(36)	**VARAN**				
	(1) ComOptVARAN_ InitHError	Fehler bei der Hardware-Initialisierung: VARAN Option	0x5300	1	0x8000
	(2) ComOptVARAN_ BusOffError	„Bus off" Fehler; keine Buskommunikta-tion: VARAN Option	0x5300	1	0x8000
(37)	**Syncronization controller**				
	(1) RatioError	Die Verhätlnisse zwischen Inter-polation, Synchronisation und/oder Geschwindig-keitsregelzeit passen nicht	0x6100	1	0x8000

Tabelle 164.1

P.-Nr. P 0030	Fehlername/Fehlerort	Fehlerbeschreibung	Emergency code gemäß DS 402	Errorregister gemäß DS402	Fehlercode gemäß SERCOS
(38)	**Bremschopper-Überwachung**				
	(1) BC_Overload	Bremschopper-Überlast	0x4210	**1**	0x0000
(39)	**TwinWindow**	**Überwachung von Drehzahl und Drehmoment**			
	(1) TwinWindow_Speed	Drehzahlabweichung zwischen Master und Slave			
	(2) TwinWindow_Torque				
(40)	**Twin-Sync-Module**	**Kommunikationsstörung TECH-Option**			
	(1) TOPT_TWIN_CommLost	Fehler in der „Twin Sync" Technologieoption	0x7300	**1**	0x8000
	(2) TOPT_TWIN_SwitchFreq		0x7300	**1**	0x8000
	(3) TOPT_TWIN_ModeConflict		0x7300	**1**	0x8000
	(4) TOPT_TWIN_RemoteError		0x7300	**1**	0x8000
(41)	**Schnellentladung Zwischenkreis**	**Maximale Dauer für Schnellentladung**			
	(1) FastDischarge_Timeout	Maximale Dauer für Schnellentladung überschritten (35 s)	0x7300	1	0x8000
(42)	**EtherCAT Master Implementation**	**Fehler EtherCat Master**			
	(1) Location can't specified CommError	Kommunikationsfehler EtherCat Master	0x6100	1	0x8000
(43)	**Ethernet-Schnittstelle**	**Fehler in der Ethernet Konfiguration**			
	(1) Ethernet_Init	Initialisierungsfehler TCP/IP Kommunikation	0x6100	1	0x8000
(44)	**Kabelbruch festgestellt**				
	(1) WireBreak_MotorBrake	Kein Verbraucher an Ausgang X13 (Motorhaltebremse)	0x6100	1	0x8000
(45)	LERR_LockViolate				
	(1)	Bewegung angefordert, die durch Drehrichtungssperre, Endschalter oder Sollwertbegrenzung limitiert wurde	0x8612	1	0x8000
	(2)	Bewegung angefordert, die durch Drehrichtungssperre, Endschalter oder Sollwertbegrenzung limitiert wurde. Sperre in beide Richtungen aktiv	0x8612	1	0x8000
46	LERR_positionLimit				
	(1) Position Limit_neg.	Negativer Softwareendschalter angefahren	0x8612	1	0x2000
	(2) Position Limit_pos	PositiverSoftwareendschalter angefahren	0x8612	1	0x2000
	(3) Position Limit_Overtravel	Sollwert liegt Ob aßerhalb der Softwareendschalter	0x8612	1	0x2000
47	LERR_FSAFE	Reserviert			

8.1.3 Warnmeldungen

Um über eine externe Steuerung oder die antriebsinterne PLC rechtzeitig Informationen über zu große oder zu kleine Werte zu bekommen, können Warnschwellen mit **P 0730** frei parametriert werden. Jeder Warnung ist eine Einschalt- und eine Ausschaltschwelle zugeordnet. Dadurch kann eine Hysterese parametriert werden.

Beim Auslösen einer Warnung wird deren entsprechendes Bit in Parameter **P 0034-ERR_WRN_State** eingetragen. Anhand des binären Wertes lässt sich eine Statusabfage durchführen. Warnungen können auch auf digitale Ausgänge programmiert werden (siehe Kapitel 6 I/O's). Die folgenden Warnschwellen werden von dem Parameter unterstützt:

Tabelle 165.1

P 0034	**Warnschwellen**
BIT Nummer	
0	I^2xt-Integrator (Motor) Warnschwelle überschritten
1	Kühlkörpertemperatur
2	Motortemperatur
3	Innenraumtemperatur
4	Reserviert für SERCOS
P 0034	**Warnschwellen**
5	Überdrehzahl
6	Reserviert für SERCOS
7	Reserviert für SERCOS
8	Reserviert für SERCOS
9	Unterspannung
10	Reserviert für SERCOS
11	Reserviert für SERCOS
12	Reserviert für SERCOS
13	Reserviert für SERCOS
14	Reserviert für SERCOS
15	Reserviert für SERCOS
16	I^2xt-Integrator (Gerät) überschritten
17	Überwachung des Scheinstroms
18	Überspannung
19	Schutz des Bremschoppers, Warnschwelle überschritten
20	Überdrehmoment
21	Reserve
22	Reserve
23	Reserve
24	Drehzahl-Sollwert-Begrenzung aktiv
25	Strom-Sollwert-Begrenzung
26	Rechter Endschalter aktiv
27	Linker Endschalter aktiv
28	Externe Warnung über Eingang
29	Reserve
30	Reserve
31	Reserve

Durch die Optionen ON und OFF lassen sich für die folgenden Warnungen jeweils passende Ein- und Ausschaltschwellen (Schalt-Hysterese) definieren.

Tabelle 166.1

P 0730 Index	Parameter Bezeichnung MON WarnigLevel	Bedeutung Warning level	Warnungen
0	UnderVoltage_ON	DC link undervoltage	Unterspannung
1	UnderVoltage_OFF	DC link undervoltage	
2	OverVColtage_ON	DC link overvoltage	Überspannung
3	OverVoltage_OFF	DC link overvoltage	
4	Current_ON	Motor current	Motorstrom
5	Current_OFF	Motor current	
6	Device I2t_ON	I^2t internal device protection	I^2xt Geräteschutz
7	Device I2t_OFF	I^2t internal device protection	
8	Motor I2t _ON	I^2t Motor protection	I^2xt Motorschutz
9	Motor I2t _OFF	I^2t Motor protection	
10	Torque ON	Motor torque	Drehmomentgrenze erreicht
11	Torque OFF	Motor torque	
12	Speed ON	Motor actual speed	Drehzahlgrenze erreicht
13	Speed OFF	Motor actual speed	
14	TC ON	Cooler (power electronics) temperature	Kühlkörpertemperatur erreicht
15	TC OFF	Cooler (power electronics) temperature	
16	Tint ON	Internal (control electronics) temperature	Gehäuseinnentemperatur erreicht
17	Tint OFF	Internal (control electronics) temperature	
18	MotorTemp ON	Motor temperatur	Motortemperatur erreicht
19	MotorTemp OFF	Motor temperatur	

9. Feldbussysteme

HINWEIS:
Eine detaillierte Beschreibung der Funktionalität finden Sie im jeweiligen Benutzerhandbuch des Feldbussystems.

9.1 CANopen

CANopen-Funktionalität des YukonDrive®
Das CANopen-Kommunikationsprofil ist in der CiA DS-301 dokumentiert und regelt das "Wie" der Kommunikation. Hierbei wird in Prozess-Daten-Objekte (PDO's) und Service-Daten-Objekte (SDO's) unterschieden. Zusätzlich definiert das Kommunikationsprofil ein einfaches Netzwerkmanagement.Basierend auf den Kommunikationsdiensten des DS-301 (Rev. 4.01) wurde das Geräteprofil für drehzahlveränderliche Antriebe DSP 402 erstellt. Hier werden die unterstützten Betriebsarten und Geräteparameter beschrieben.

9.2 EtherCAT®

EtherCAT® zeichnet sich durch überragende Performance, sehr einfache Verkabelung und Offenheit für andere Protokolle aus. EtherCAT® setzt neue Standards, wo konventionelle Feldbussysteme an ihre Grenzen stossen.

9.3 PROFIBUS-DP

Kurzbeschreibung PROFIBUS DP-Interface YukonDrive®
Bezug zur PROFIdrive-Spezifikation
Die Implementierung im YukonDrive® ist an das PROFIdrive-Profil „PROFIBUS PROFIdrive-Profile Version 4.0" angelehnt.

Leistungsmerkmale in Stichworten

- Datenübertragung über verdrillte Zweidrahtleitung (RS 485)
- Übertragungsrate: wahlweise 9.6 K, 19.2 K, 45.45 K, 93.75 K, 187.5 K, 500 K, 1.5 M, 3 M, 6 M oder 12 MBaud
- Automatische Baudratenerkennung
- Einstellbare PROFIBUS-Adresse über Drehkodierungsschalter oder alternativ über Adressierungsparameter
- Zyklischer Datenaustausch von Soll- und Istwerten über DPV0
- Azyklischer Datenaustausch über DPV1
- Synchronisation aller angeschlossenen Antriebe über Freeze- und Syncmode
- Schreiben und lesen von Antriebsparametern über PKW-Kanal bzw. über DPV1

HINWEIS:
Die genaue Beschreibung des PROFIBUS-Feldbussystems finden Sie in dem separaten Dokument „Benutzerhandbuch Profibus".

9.4 SERCOS

Kurzbeschreibung SERCOS-Interface

Grundlage für die SERCOS-Implementierung im YukonDrive® ist das Dokument „Specification SERCOS Interface Version 2.2“

Leistungsmerkmale in Stichworten

- Datenübertragung über Lichtwellenleiter
- Übertragungsrate: wahlweise 2, 4, 8 oder 16 MBaud
- Automatische Baudratenerkennung
- Einstellbare Sendeleistung über DIP-Schalter
- Einstellbare SERCOS-Adresse über Taster und Display
- Zyklischer Datenaustausch von Soll- und Istwerten mit exakter Zeitäquidistanz
- SERCOS-Zykluszeit von 125 µs bis 65 ms (Vielfache von 125 µs einstellbar)
- Achsübergreifende Synchronisation zwischen Sollwertwirkzeitpunkt und Messzeitpunkt der Istwerte aller an einem Ring befindlichen Antriebe
- Gesamtsynchronisation aller angeschlossenen Antriebe mit der Steuerung
- Freie Konfiguration der Telegramminhalte
- Maximale Anzahl der konfigurierbaren Daten im MDT: 20 Byte
- Maximale Anzahl der konfigurierbaren Daten im AT: 20 Byte
- Einstellbare Parameterwichtung und Polarität für Lage, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Drehmoment
- Modulo-Wichtung
- Additive Geschwindigkeits- und Drehmomentsollwerte
- Antriebsinterne Feininterpolation (linear oder kubisch)
- Wahlweise steuerungsseitige (externe) oder antriebsinterne Generierung der Drehzahl- und Beschleunigungs-vorsteuerung
- Servicekanal für Parametrierung und Diagnose
- Unterstützung Messtaster 1 und 2
- Unterstützung konfigurierbare Echtzeitstatus- und -steuerbits
- Unterstützung konfigurierbares Signalstatus- und -steuerwort
- Unterstützte Kommandos:
- S-0-0099 Reset Zustandsklasse 1
- S-0-0127 Umschaltvorbereitung auf Phase 3
- S-0-0128 Umschaltvorbereitung auf Phase 4
- S-0-0148 Antriebsgeführtes Referenzieren
- S-0-0152 Kommando “Spindel positionieren“
- S-0-0170 Kommando „Messtaster“
- S-0-0262 Kommando „Parameter-Initialisierung auf Default-Werte“
- S-0-0263 Kommando „Parameter-Initialisierung auf Backup-Werte“
- S-0-0264 Kommando „aktuelle Parameterwerte abspeichern“

HINWEIS:

Die genaue Beschreibung des SERCOS-Feldbussystems finden Sie in dem separaten Dokument „Benutzerhandbuch SERCOS“.

10. Technologie Option

10.1 Allgemein:

Es ist möglich über den Optionssteckplatz 3 eines der folgenden Technologiemodule zu verwenden:

- 2ter SIN/COS Gebereingang
- TTL Encodersimulation / Leitgeber
- TTL Geber mit Kommutierungssignalen

Weitere Informationen sind der jeweiligen Ausführungsbeschreibung der Technologieoption zu entnehmen.

10.2 2ter SIN/COS Gebereingang

Mit dem SinCos-Modul ist die Auswertung eines zweiten, hoch auflösenden Gebers mit Sinus/Cosinus Signalen oder voll digitaler Schnittstelle möglich. Eine Spursignalperiode wird mit 12 Bit (Feininterpolation) aufgelöst.

10.3 TTL Encodersimulation / Leitgeber

Mit dem TTL-Modul sind folgende Betriebsarten möglich:

- Auswertung eines TTL-Gebers
- Simulation eines TTL-Gebers (Signale anderer Geber werden in TTL-Signale umgewandelt und als Ausgangssignale (für eine Slave-Achse) zur Verfügung gestellt)
- TTL-Repeater (Auswertung und Weitergabe ankommender TTL-Signale für weitere Achsen)

10.4 TTL Geber mit Kommutierungssignalen

Auswertung eines Gebers TTL Gebers mit zur Rotorlageerfassung. Alle Signale werden differentiell ausgewertet. Diese Option sollte vorzugsweise bei Verwendung mit FHA-C-Mini eingesetzt werden.

11. Prozessregler

11.1 Funktion, Reglerstruktur, Einstellung

Die Prozessreglerfunktion erlaubt es eine gemessene Prozessgröße auf einen Sollwert zu regeln. Beispielanwendungen sind Druck-, Tänzerregelungen etc.

- Prozessreglerberechnung im Drehzahlreglertakt
- Prozessregler als PI-Regler mit Kp-Adaption
- Prozessregleristwert über Auswahlselektor anwählbar
- Filterung und Offsetkorrektur der Soll- und Istwerte
- Prozessreglerausgang kann auf unterschiedlichen Stellen in der allgemeinen Regelungsstruktur aufgeschaltet werden
- Prozessregler ist in allen Regelungsarten einsetzbar

Abbildung 170.1 Regelstruktur des Prozessreglers

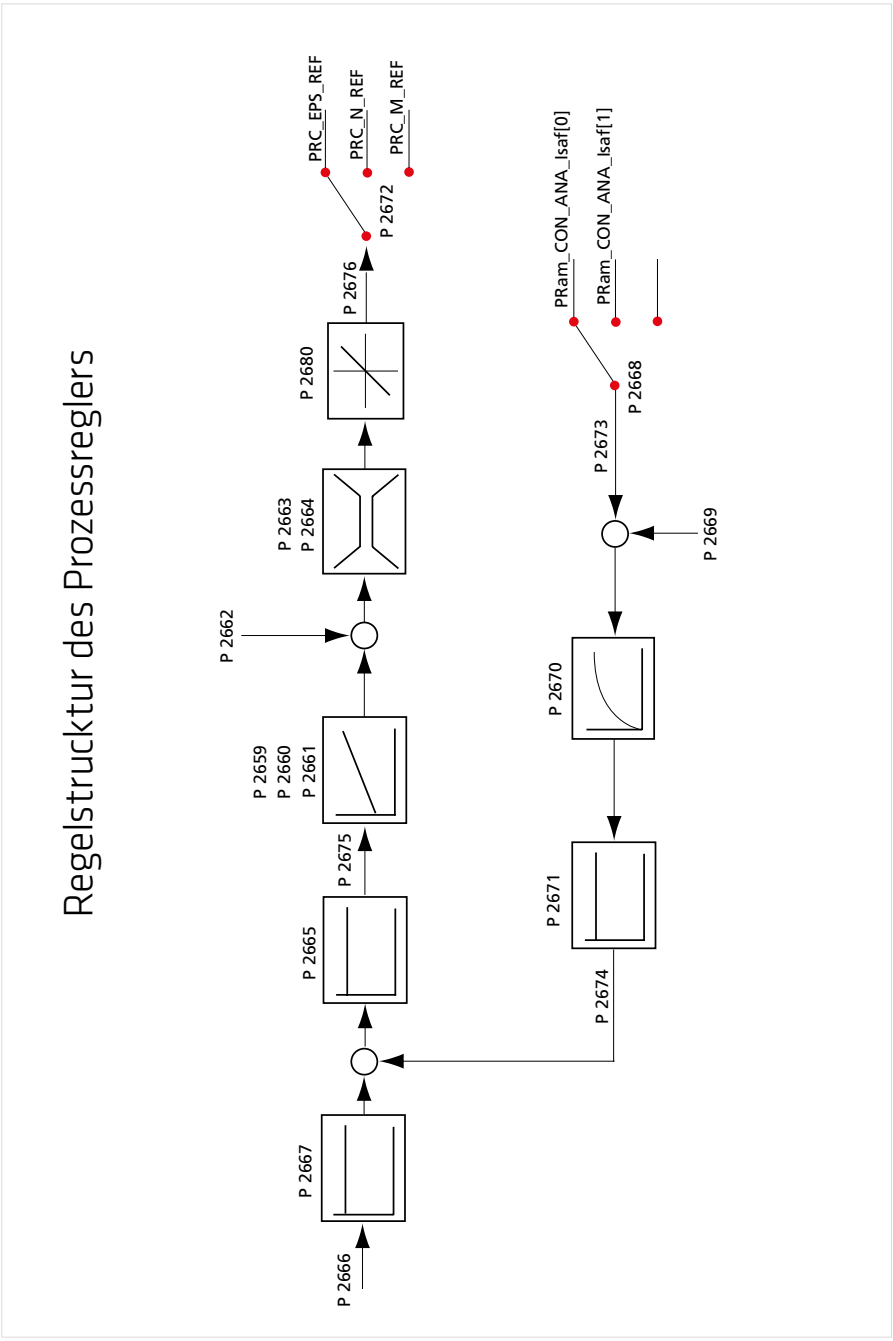


Tabelle 171.1

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Funktion
P 2658	CON_PRC_ENABLE	Starten des Prozessreglers
P 2659	CON_PRC_Kp	P-Verstärkung des Prozessreglers
P 2660	CON_PRC_KP_SCALE	Adaption der P-Verstärkung
P 2661	CON_PRC_Tn	Nachstellzeit des Prozessreglers
P 2662	CON_PRC_REFOFFSET	Offset für den Prozessreglerausgang
P 2663	CON_PRC_LIMPOS	Positive Prozessreglerbegrenzung
P 2664	CON_PRC_LIMNEG	Negative Prozessreglerbegrenzung
P 2665	CON_PRC_CDIFFSIGN	Vorzeichenanpassung der Regeldifferenz
P 2666	CON_PRC_REFVAL	Sollwert der Prozessregelung
P 2667	CON_PRC_REFSCALE	Skalierungsfaktor für den Sollwert des Prozessreglers
P 2668	CON_PRC_ACTSEL	Auswahl der Istwertquelle
(0)	–	Analogeingang 0
(1)	–	Analogeingang 1
(2)	–	Feldbusparameter CON PRC_ACTVAL_Fieldbus-ID 2677
(3)	–	Istgeschwindigkeit [1/min]
(4)	–	Istposition [Inkremente]
(5)	–	Sollwert aus Drehzahlregelung
P 2669	CON_PRC_ACTOFFSET	Offset zur Istwertkalibrierung
P 2670	CON_PRC_ACTTF	Filterzeit für Istwertfilter
P 2671	CON_PRC_ACTSCALE	Skalierung für den gefilterten Prozessistwert
P 2672	CON_PRC_OUTSEL	Auswahlparameter für den Ausgang des Prozessreglers
(0)	–	Off
(1)	–	Additiver Drehmomentsollwert
(2)		Additiver Drehzahlsollwert
(3)		Additiver Positionssollwert
(4)		Wert für MotionProfile (CON_PRC_OUTSEL_MOPRO – ID 2678)
P 2673	CON_PRC_RAW_ACTVAL	Istwert der ausgewählten Istwertquelle
P 2674	CON_PRC_ACTVAL	Aktueller Istwert des Prozessreglers nach filtern und skalieren
P 2675	CON_PRC_CDIFF	Regeldifferenz des Prozessregelkreises
P 2676	CON_PRC_OUTVAL	Stellgröße des Prozessreglers
P 2677	CON_PRC_ACTVAL_FIELDBUS	Parameter auf den ein Istwert vom Feldbus geschrieben werden kann
P 2678	CON_PRC_OUTSEL_MOPRO	Parameter auf den die Stellgröße geschrieben werden kann um anschließend im Bewegungsprofil verwendet zu werden.
P 2680	CON_PRC_RateLimiter	Steilheitsbegrenzung der Stellgröße
(0)	RateLimiter	Steilheitsbegrenzung im Standard-Prozessreglerbetrieb; Einheit [X/ms]
(1)	RateLimiter	Steilheitsbegrenzung für den Abbau des Prozessregler I-Anteils; Einheit [X/ms]

Tabelle 172.1

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Funktion
P 2681	CON_PRC_CtrlWord	Steuerwort des Prozessreglers
(0)	PRC_CTRL_ON	Prozessregler einschalten
(1)	PRC_CTRL_ResetIReady	Reset des I-Anteils über die Rampe nach Parameter 2680 /Subindex 1
(2) bis (7)	PRC_CTRL_FREE	Reserve
P 2882	CON_PRC_StatWord	Statuswort des Prozessreglers
(0)	PRC_STAT_On	Prozessregler einschalten
(1)	PRC_STAT_ResetIReady	I-Anteil des Prozessreglers wird abgebaut
(2) - (7)	PRC_STAT_FREE	Reserve
P 2683	CON_PRC_REFSEL	Auswahl der Sollwertquelle
P 2684	CON_PRC_REFVAL_User	User-Eingabe des Sollwertes der Prozessregelung

Vorgehensweise:

- **Prozessreglersollwert einstellenn**
  P 2666 CON_PRC_REFVAL: Sollwertvorgabe in Usereinheiten (dieser Parameter kann zyklisch über ein Feldbus geschrieben werden).
- **Normierung des Prozessreglersollwerts:**
  P 2667 CON_PRC_REFSCALE: Der Sollwert **P2666** lässt sich skalieren (Berücksichtigung der Usereinheiten, siehe Anwendungshandbuch „Normierung".
- **Istwertquellen auswählen:**
  P 2668 CON_PRC_ACTSEL: Die Istwertquelle muss auf die gewünschte Sollwertquelle eingestellt werden (z.B. Feldbus). Der Feldbus schreibt den Istwert auf den Parameter
  P 2677 CON_PRC_ACTVAL_Fieldbus.
- **Offset auswählen (optional)**
  P 2669 CON_PRC_ACTOFFSET: Einstellung eines Offsets zur Istwertkalibrierung
- **Normierung des Prozessregleristwertes:**
  P 2670 CON_PRC_ACTSCALE: Filterzeit für das Istwertfilter [ms]. Der Istwert wird über die Nachsstellzeit P 2670 > 0 ms des PT-1 Filters geglättet. (Berücksichtigung der Usereinheiten)
- **Invertierung der Regeldifferenz**
  P 2665 CON_PRC_CDIFFSIGN: Vorzeichenanpassung der Regeldifferenz
- **Prozeßregler aktivieren:**
  P 2681 CON_PRC_CtrlWord: Steuerwort Bit 0 = 1 (Prozessregler aktiv)
- **Optimierung der Reglereinstellung:**
  P 2659 CON_PRC_Kp: Reglerverstärkung
  P 2660 CON_PRC_KP_SCALE: Skalierung der Verstärkung
  P 2661 CON_PRC_Tn: TN-Nachstellzeit: Wenn die Nachstellzeit auf den zulässigen maximalen Wert gesetzt, dann ist der I-Anteil des Reglers inaktiv (10000 ms = off).
- **Offset für den Prozessreglerausgang**
  P 2662 CON_PRC_REFOFFSET: Anschließend wird die summierte Größe über eine Begrenzung auf den Ausgang des Prozessregelkreises geschaltet. Der Anwender kann die Begrenzung über die Parameter **P 2663 CON_PRC_LIMPOS** für die positive Grenze und **P 2664 CON_PRC_LIMNEG** für die negative Grenze parametrieren.

RateLimiter:
Hinter der Stellgrößenbegrenzung gibt es eine weitere Begrenzung, welche die Änderungen der Stellgröße pro Tastabschnitt begrenzt. Über den Feldparameter **P 2680 CON_PRC_RateLimiter** lässt sich die Steilheitsbegrenzung der Stellgröße pro Millisekunde parametrieren. Der Subindex Null ist für die Begrenzung im Standard-Prozessreglerbetrieb. Mit der Wahl des Subindex 1 wird der Abbau des I-Anteils aktiviert.

Tabelle 173.1

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Funktion
P 2680	CON_PRC_RateLimiter	Steilheitsbegrenzung der Stellgröße
(0)	RateLimiter	Steilheitsbegrenzung im Standard-Prozessreglerbetrieb; Einheit [X/ms]
(1)	RateLimiter	Steilheitsbegrenzung für den Abbau des Prozessregler I-Anteils; Einheit [X/ms]
P 0270	MPRO_FG_PosNorm	Interne Positionsauflösung [incr/rev]

Der Prozessregler soll einen additiven Positionssollwert **P 2672 CON_PRC_OUTSEL = 3** liefern. Über den Ratelimiter soll nun die mögliche Stellgrößenänderung begrenzt werden.
Die Stellgrößenänderung pro Zeitintervall durch den Prozessregler ergibt eine Drehzahländerung an der Motorwelle.
Beispiel: Der Betrag des Prozessreglers zur Drehzahländerung an der Motorwelle soll nicht höher als 100 Umdrehungen/Minute sein.
Um dies zu realisieren muss der Wert des Parameters **CON_PRC_RateLimiter (ID 2680) Subindex 0** mit einem der Usereinheit entsprechenden Wert parametriert werden.
Die Einheit dieses Parameters ist x/ms. Das x steht für die jeweilige Einheit der Prozessreglerausgangsgröße.
In diesem Beispiel hat die Stellgröße (additiver Positionssollwert) die Einheit Inkremente (siehe auch Parameter **P 270 MPRO_FG_PosNorm**. Dieser Parameter gibt an, wieviele Inkremente einer Motorumdrehung entsprechen.

Im Folgenden wird die Umrechnung von Umdrehungen pro Minute in Inkremente pro Millisekunde berechnet:

Beispiel:
CON_PRC_RateLimiter(0)
P 2680 [Ink/ms] = 100 [U/min] * P 0270 [Inc/rev] * 1/60 [min/s] * 1/1000 [s/ms]

Für den Abbau des I-Anteils gilt die gleiche Vorgehensweise (**CON_PRC_RateLimiter(1) [Inc/ms]**).

Für den Fall, dass eine Stellgrößenänderung unerwünscht ist, muss **CON_PRC_RateLimiter** mit dem Wert Null parametriert werden.

Tabelle 173.2

P-Nr.	Parameter-bezeichnung/ Einstellungen	Funktion
P 2672	CON_PRC_OUTSEL	Selektor für die Auswahl der additiven Sollwerte
(0)	OFF (0)	Kein Sollwert ausgewählt
(1)	Additiver Drehmomentsollwert (1)	Additiver Drehmomentsollwert muss in [Nm] angegeben werden
(2)	Additiver Drehzahlsollwert (2)	Additiver Drehzahlsollwert muss in [1/min] angegeben werden
(4)	Additiver Positionssollwert (3)	Additiver Positionssollwert muss in [Inkremente] angegeben werden
(5)	Wert für MotionProfile **P 2678 CON_PRC_OUTSEL_MOPRO**	**P 2678** ist der Parameter auf den die Stellgröße geschrieben werden kann um anschließend im Bewegungsprofil verwendet zu werden.

HINWEIS:
Die Normierung von internen Einheiten auf userspezifische Einheiten erfolgt im Kapitel 6 „Bewegungsprofil“.

Scope-Signale zur Visualisierung des Prozessregelkreises:

Tabelle 174.1

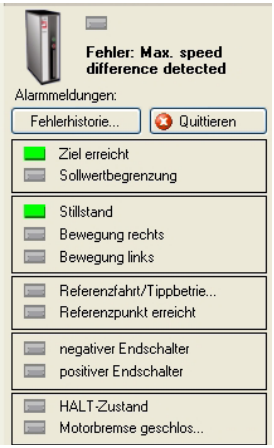
Nummer	Scope-Größe	Beschreibung
2666	Ref_prc	Prozessreglersollwert (**P 2666 CON_PRC_REFVAL**)
78	Cdiff_prc	Regeldifferenz des Prozessreglers (**P 2675 CON_PRC_CDIFF**)
2676	Actuating_var_prc	Stellgröße des Prozessreglers (**P 2676 CON_PRC_OUTVAL**)
2673	Raw_actual_prc	Istwert der ausgewählten Istwertquelle (**P 2673 CON_PRC_RAW_ACTVAL**)
2674	Actval_prc	Aktueller Istwert des Prozessreglers; nach filtern und skalieren (**P 2674 CON_PRC_ACTVAL**)

Anhang

Antriebsstatus

Über das „Antriebsstatusfenster“ wird der aktuelle Gerätezustand angezeigt. Im Fehlerzustand wechselt das obere grüne Rechteck auf rot. Die unteren Rechtecke wechseln von transparent auf grün, sobald eine Bedingung (high) erfüllt ist.

Abbildung 175.1 Drive status-Fenster



Sobald ein Fehler erkannt wird, springt die Statusanzeige im oberen Teil des Fensters auf rot. Genaue Informationen zum Fehler und auch vorangegangene Fehlermeldungen lassen sich über die Schaltfläche „Error history“ anzeigen.
Im unteren Teil des Fensters sind aktuelle Zustände ablesbar. Grünes Licht bedeutet Zustand aktiv.

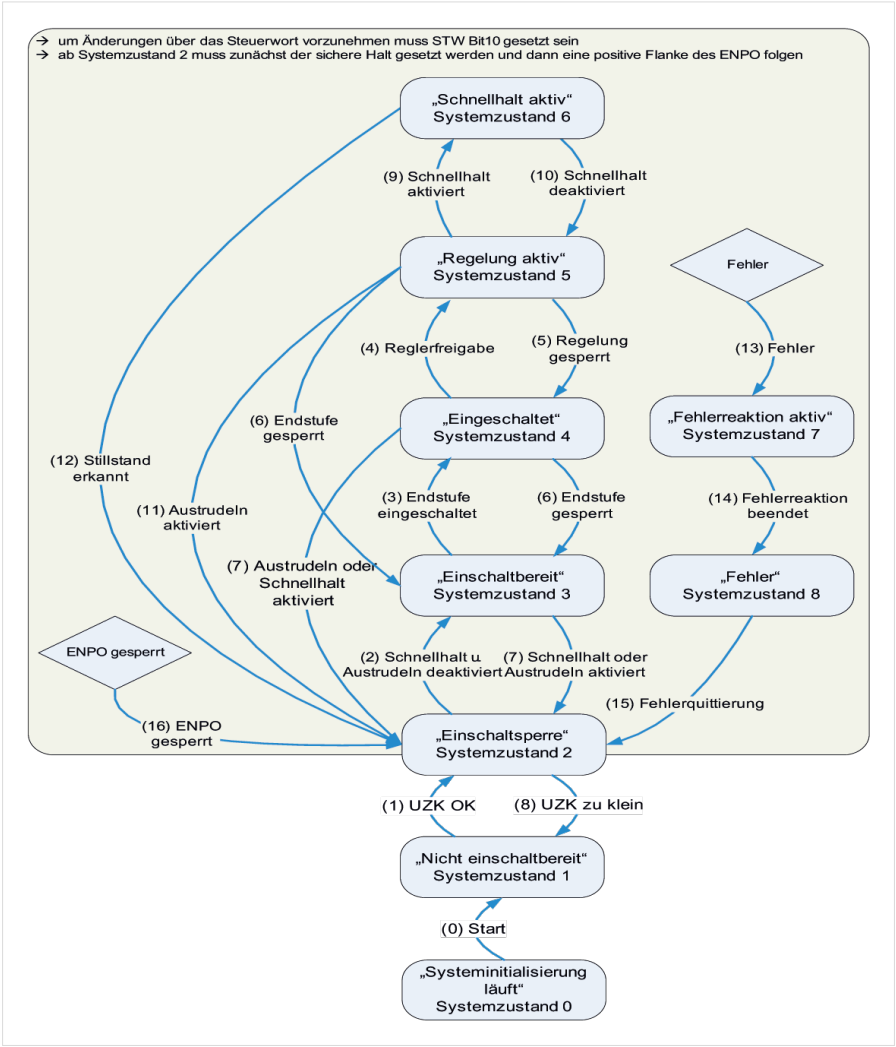
Abbildung 175.2 Status bits-Fenster

In dem Fenster „Status bits“ werden die aktuellen Systemzustände angezeigt. Die Grundlage dieser Zustände ist die DriveCom-Zustandsmaschine. Die aktiven Zustände werden grün dargestellt. Eine schematische Darstellung ist in Bild 120 dargestellt.

Zustandsmaschine/Statemaschine

Zustandsmaschine des Antriebsreglers:
Die Systemzustände des Reglers sind in den eingerahmten Kästchen hinterlegt. Blaue Pfeile beschreiben die einzelnen Zustandsübergänge, die an die **DS402** angelehnt sind. Zustandsübergänge die veränderbar sind, befinden sich in dem grauen Rahmen.

Abbildung 176.1 Zustandsmaschine des Antriebsreglers



Handbetriebsfenster
Mit dem Handbetriebsfenster kann ein Regler mit unterschiedlichen Regelungsarten gesteuert werden, unabhängig davon, ob schon eine übergeordnete Steuerung installiert ist oder nicht. Vorher ist lediglich die Hardware freizugeben (STO und ENPO).
Wird das Handbetriebsfenster geschlossen, werden alle ursprünglichen Einstellungen wieder hergestellt.
Der Bewegungsvorgang des Antriebs kann mit der Scope-Funktion aufgezeichnet werden. Somit kann z B. eine Analyse der Regelperformance durchgeführt werden.

Achtung!
Bevor diese Funktion gestartet wird, muss ein Regler gemäß der Betriebsanleitung in Betrieb genommen worden sein. Beim Öffnen des Steuernfensters werden automatisch die Parametereinstellungen im angeschlossenen Gerät geändert und beim Schließen des Fensters wieder hergestellt. Die Kommunikation sollte bei aktivem Steuernfenster nicht unterbrochen werden (z. B. Spannungsausfall, Abziehen des Verbindungskabels, usw.).

GEFAHR
Durch das Steuern über den „Manual mode" führt die Achse Bewegungen aus. Die angeschlossene Steuerung ist nicht aktiviert und kann nicht in die Bewegung eingreifen. Es ist darauf zu achten, dass keine Gefahr für Mensch und Maschine besteht.
Im Notfall kann der Antrieb immer mit dem Ausschalten der Hardwarefreigabe (ENPO, STO) vom Motor getrennt werden, der Motor trudelt aus. Bei Hubanwendungen muss gewährleistet sein, dass eine mechanische Bremse vorhanden ist.

HINWEIS:
Lässt sich ein Antrieb über das Steuernfenster nicht bewegen, so sind folgende Punkte zu prüfen:

- Systemzustand des Reglers
- Motordaten
- evtl. Sicherheitsschalter
- Schnellhalt aktiv
- Hardwarefreigabe über STO und ENPO

Überwachungsfunktionen

Istwerte:

Tabelle 177.1

P-Nr.	Parameterbezeichnung/Einstellung	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0276	MPRO_FG_UsrActPos	Actual position in user units	Aktuelle Position in Benutzereinheiten
P 0277	MPRO_FG_UsrRefPos	Reference position in user units	Referenzposition in Benutzereinheiten
P 0278	MPRO_FG_UsrCmdPos	Position command in user units	Positionskommando in Benutzereinheiten
P 0279	MPRO_FG_UsrPosDiff	Tracking error in user units	Schleppfehler in Benutzereinheiten

Tabelle 178.1

P-Nr.	Parameterbezeichnung/Einstellung	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0280	MPRO_FG_UsrRefSpeed	Reference speed in user units	Drehzahlsollwert in Benutzereinheiten
P 0281	MPRO_FG_UsrActSpeed	Actual speed in user units	Istwert in Benutzereinheiten
P 0282	MPRO_FG_UsrCmdSpeed	Speed command in user units	Drehzahlsollwert in Benutzereinheiten
P 0312	CON_CCON_VMot	Actual motor voltage (rms, phase to phase)	Istwert Motorspannung
P 0410	CON_ACT_VDC	Actual DC link voltage	Ístwert Zwischenkreisspannung
P 0412	CON_PCON_ActPosition	Actual position in increments	Positionsistwert in Inkrementen
P 0413	CON_PCON_RefPosition	Reference position in increments	Positionssollwert in Inkrementen
P 0414	CON_PCON_PosDiff	Actual position difference (RefPosition-ActPosition)	Differenz zwischen Positionsist- und Positionssollwert
P 0415	CON_SCALC_ActSpeed	Actual speed	Istdrehzahl
P 0416	CON_SCON_RefSpeed	Reference speed	Solldrehzahl
P 0417	CON_SCON_SDiff	Speed difference (RefSpeed-ActSpeed)	Differenz zwischen Drehzahlist- und Drehzahlsollwert
P 0418	CON_SCON_RefTorque	Reference torque	Drehmomentsollwert
P 0419	CON_SCON_ActTorque	Actual torque	Drehmomentistwert
P 0700	MON_CurrentRMS	Actual current (r.m.s)	Stromistwert (Mittelwert)
P 0702	MON_State	Device status word	Statuswort
P 0703	MON_PowerStage_TKK	Power stage temperature of cooling block	Kühlkörpertemperatur
P 0704	MON_Device_Tint	Power stage temperature of interior	Innenraumtemperatur
P 0734	MON_MotorTemp	Motor temperature	Motortemperatur
P 0742	MON_UsrPosDiffHistory	Monitoring maximum position difference	Positionsschleppfehler in Usereinheiten

Weitere Istwerte enthält der Feldparameter P 0701

Tabelle 178.2

P-Nr.	Parameterbezeichnung Einstellung	Bezeichnung im DM 5	Funktion
P 0701	MON_ActValues	Monitoring, actual values of motor and inverter	Anzeige der Istwerte von Motor und Regler
(0)	I^2xt_Motor	Actual values of I^2xt integrator for motor protection	Istwert des I^2xt Integrators für den Motorschutz
(1)	I^2xt_Inverter	Actual values of I^2xt integrator for inverter protection	Istwert des I^2xt Integrators für den Reglerschutz
(2)	Phasor	Actual motor current amplitude	Istwert der Motorstromamplitude
(3)	Imag	Actual magnetization (d-)current amplitude	Amplitudenistwert des Magnetisierungsstroms
(4)	Km	Actual torque constant	Drehmomentkonstante

Interpolationsverfahren

Tabelle 179.1

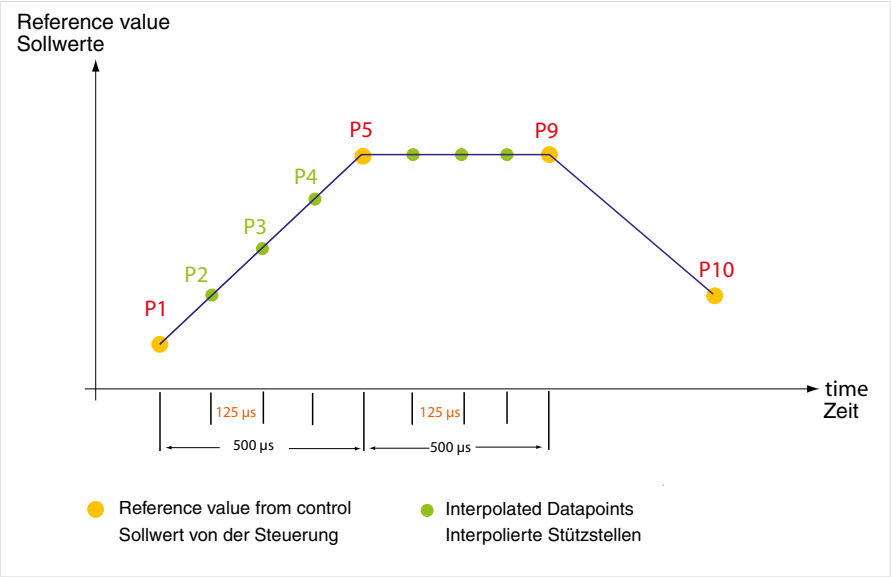
P 0370	CON_IP	Interpolationsart im IP-Mode
(0)	NOIp(0)	Keine Interpolationsverfahren
(1)	Lin(1)	Lineare Interpolationsverfahren
(2)	Spline_Ext_FF(2)	Interpolationsverfahren mit externer Vorsteuerung
(3)	SplineII(3)	Kubische Splines Interpolationsverfahren
(4)	NonIPSpline(4)	Kubische Splines Näherungsverfahren

NoIP(0): keine Interpolation

Die Werte werden 1:1 im 1 ms Takt an die Sollwertverarbeitung weitergegeben.

LIN(1): Lineare Interpolation

Abbildung 179.2 Lineare Interpolation



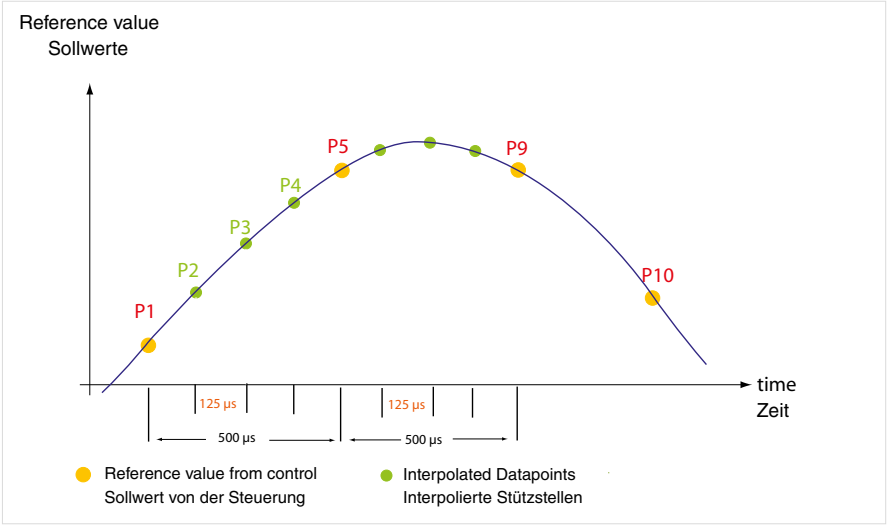
Bei dem Verfahren der linearen Interpolation ist die Beschleunigung zwischen zwei Punkten generell Null. Dadurch ist keine Vorsteuerung der Beschleunigungswerte möglich und es werden immer Geschwindigkeitssprünge verursacht.
Anwendung:
Dieses Verfahren wird hauptsächlich für Testzwecke und zur Erstinbetriebnahme verwendet.

SplineExtFF(2): Cubic Spline Interpolation mit ext. Vorsteuerwert:

Es ist mit diesem Verfahren möglich, das Positionsprofil sehr genau anzupassen. Das zu erwartende Ergebnis sollte ein hohes Maß an Konturtreue und eine geringe Soll-/Istwertabweichung aufweisen.

SplineII(3): Cubic Spline Interpolation:

Abbildung 180.1 Kubische Spline-Interpolation

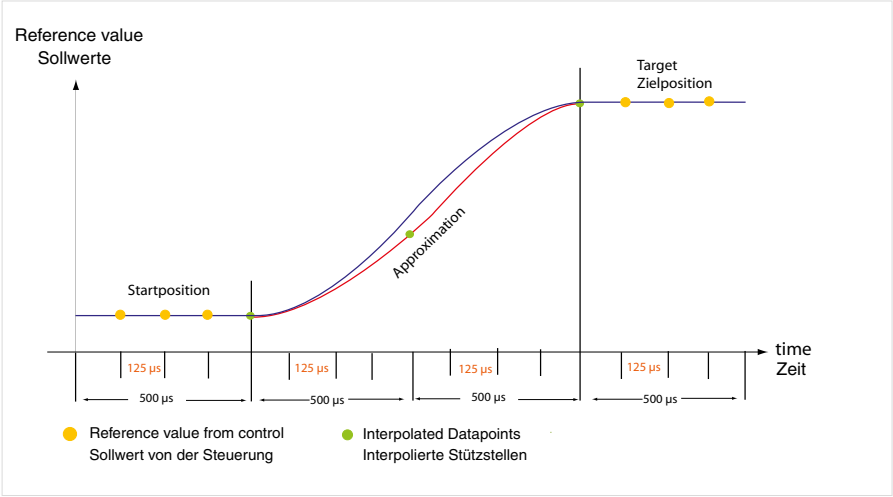


Bei diesem Verfahren wird zwischen den Stützpunkten der Steuerung (P1, P5, P9, P10) durch kubische Splines interpoliert. Die Trajektorie wird dabei von der Steuerung durch die angegebenen Punkte exakt geführt. Dadurch kann in diesen Punkten ein leichter Ruck entstehen, der sich als „Rauschen" bemerkbar macht.

Anwendung: Hohe Konturtreue, leichtes „Rauschen" ist möglich Mit dem „Rauschen" sind mathematische Abweichungen gemeint, die durch die angewendeten Rechenverfahren nicht restlos zur vermeiden sind.

NonIPSpline(4): Cubic Spline Approximation:

Abbildung 181.1 Kubische Spline Approximation



Bei diesem Verfahren werden die Stützstellen durch B-Splines approximiert. Die Trajektorie läuft in der Regel nicht exakt durch die von der Steuerung vorgegebenen Punkte.
Die Abweichung ist in der Regel vernachlässigbar klein. Die Übergänge sind in den Stützpunkten stetig bezüglich der Beschleunigung, was sich in einem kleineren „Rauschen“ äußert.

In der Start- und Zielposition stimmen die Stützstellen mit der Trajektorie immer überein.

Einsatz: Minimierung von Rauschentwicklung, ruhigere Bewegung, Einschränkungen in der Konturtreue

HINWEIS:
Weitere Informationen, wie mit den Feldbussen oder internen Möglichkeiten Verfahrbefehle erzeugt werden können, entnehmen Sie bitte den Feldbus-Dokumentationen.

Schnell-Inbetriebnahme

Rotatives Motorsystem

Tabelle 182.1

Anweisung	Aktion	P-Nr.
Auswahl des Motors (Kap. 2.1.3 „Motor“)	Auswahl, ob ein Synchronmotor (PSM) oder ein Asynchronmotor (ASM) verwendet werden soll	**P 0450**
Auswahl der Motorbewegung (Kap. 2.1.3 „Motor“)	Auswahl ob ein rotatives oder ein lineares Bewegungssystem verwendet werden soll.	**P 0490**
Motoridentifikation (Kap. 2.1.3 „Motor“)	Die Identifikation muss nur dann durchgeführt werden, wenn die elektrischen Daten des Motors fehlen. **Reihenfolge der Identifikation:** Messung Stator-,Rotorwiderstand, Streuinduktivität Stromreglertuning Berechnung des Nennflusses	**P 0470,** **P 0476,** **P 0471,** **P 0474,** **P 0462,** **P 0340**
Motorschutz (Kap. 2.2.3)	Einstellung der I^2xt Überwachung, Auswahl des Temperatursensors, Kennlinieneinstellung	**P 0731** **P 0732 (0),(1)** **P 0733 (0)-(6)**
Gebereinstellung (Kap. 3 Drehgeber)	Es müssen die gewünschten Geber und deren Kanäle ausgewählt werden.	
Systemtest über Handbetrieb (Onlinehilfe DMS/Handbetriebfenster)	Öffnen des Handbetriebfensters - Steuerungsart U/f (open loop) Betrieb - Motor mit geringer Drehzahl bewegen - Drehrichtung prüfen	
Regelung erstellen	Stromregler optimieren (Testsignalgenerator, Kap. 4.2) Der Strom des Testsignalgenerators stellt sich automatisch ein, wenn die Motordaten eingetragen werden.	**P 1503 (0), (1)**
	Geschwindigkeitsregler optimieren (Sprung-antworten, Kap. 4.4)	**P 0320** **P 0321** **P 0322**
	Massenträgheit [J] ermitteln Kap. 4.1.1 „Grundeinstellungen“	**P 1517**
	Drehzahlfilter einstellen: **P 0351 = WE (0,6 ms)** Empfehlung: SinCos-Geber 0,2 ms - 0,6 ms Resolver 0,6 ms - 1,5 ms	**P 0351**
	Steifigkeit einstellen Kap. 4.1.1 „Grundeinstellungen“	**P 1515** **P 1516**
Optionale Einstellungen	Normierung, IO's, Feldbusse, usw.	

Lineares Motorsystem

Tabelle 183.1

Anweisung	Aktion	P-Nr.
Auswahl des Motors (Kap. 2.2 „Motor“)	Der Parameter wird automatisch auf PSM eingestellt, wenn im Parameter **P 0490 = LIN(1)** eingestellt wird.	**P 0450**
Auswahl der Motorbewegung (Kap. 2.2 „PS Linear-motor“)	Auswahl für ein lineares Bewegungssystem mit **P 0490 = LIN(1)**.	**P 0490**
Motordatensatzberechnung (Kap. 2.2 „PS Linearmotor“)	Datensatzberechnung: Maske „Berechnung der Regelungseinstellung für lineare PS Motoren“ ausfüllen und Berechnung starten. (Siehe berechnete Werte Kap. 2.2)	siehe Parametertabelle Kap. 2.2)
Motorschutz (Kap. 2.2.3)	Einstellung der I^2xt Überwachung, Auswahl des Temperatursensors, Kennlinieneinstellung	**P 0731** **P 0732 (0), (1)** **P 0733 (0)-(6)**
Gebereinstellung (Kap. 3 Drehgeber)	Es müssen die gewünschten Geber und deren Kanäle ausgewählt werden.	
Systemtest über Handbetrieb (Onlinehilfe DM5/Handbetriebfenster)	Öffnen des Handbetriebfensters - Steuerungsart U/f (open loop) Betrieb (Kap. 4.7) - Motor mit geringer Drehzahl bewegen **Motor wird ruckeln, da er sich im „open loop“ Betrieb befindet.** - Drehrichtung prüfen!	
Regelung einstellen	Stromregler optimieren (Testsignalgenerator, Kap. 4.2) Der Strom des Testsignalgenerators stellt sich automatisch ein, wenn die Motordaten eingetragen werden.	**P 1503 (0), (1)**
	Geschwindigkeitsregler optimieren (Sprung-antworten, Kap. 4.4)	**P 0320** **P 0321** **P 0322**
	Massenträgheit [J] ermitteln Kap. 4.1.1 „Grundeinstellungen“	**P 1517**
	Drehzahlfilter einstellen: P 0351 = WE (0,6 ms) Empfehlung: SinCos-Geber 0,2 ms - 0,6 ms Resolver 0,6 ms - 1,5 ms	**P 0351**
	Steifigkeit einstellen Kap. 4.1.1 „Grundeinstellungen“	**P 1515** **P 1516**
Optionale Einstellungen	Normierung, IO's, Feldbusse, usw.	

...just move it!

Deutschland
Harmonic Drive AG
Hoenbergstraße 14
65555 Limburg/Lahn

T +49 6431 5008-0
F +49 6431 5008-119

info@harmonicdrive.de
www.harmonicdrive.de

Technische Änderungen vorbehalten.

02/2015 1003365